

O PODER DA VOZ E DOS MOVIMENTOS: FERRAMENTA ASSISTIVA PARA CONTROLE DE AMBIENTE

Carlos Daniel Galvão de Macedo Silva ¹
Luís Eduardo Aurélio Dantas Silva ²
Gabiell John Medeiros de Araujo ³

RESUMO

O projeto se enquadra na área de Do-It-Yourself Assistive Technology (DIY-AT), uma tecnologia assistiva feita pelo próprio usuário, pois Carlos Daniel é desenvolvedor e utilizador da ferramenta. Carlos é portador da síndrome Artrogripose Múltipla Congênita (AMC), que causa rigidez e contratura de diversas articulações, afetando principalmente os membros. A ferramenta assistiva foi idealizada para o atendimento de indivíduos com dificuldades motoras severas. A tecnologia é formada por duas unidades com funcionamento independente. A primeira unidade é responsável pelo processamento dos movimentos de cabeça, transformando-os em comandos para o aparelho televisão. Esta primeira unidade conta com dois módulos: um transmissor, instalado na armação dos óculos, e um receptor. O transmissor faz a captura dos movimentos por meio de um sensor acelerômetro MPU-6050. Os dados deste sensor são processados por um Arduino NANO, também fixado à armação dos óculos. Os dados processados são enviados ao receptor por meio de um LED infravermelho, tornando os óculos um controle remoto universal. A segunda unidade realiza reconhecimento de comandos de voz curtos, utilizando um módulo produzido pela Geeetech eservindo para o acionamento da iluminação ambiente e de um ventilador. A tecnologia encontra-se em funcionamento na residência de Carlos. O projeto mostra inclusão de verdade, com um aluno que possui dificuldades motoras desenvolvendo sua própria ferramenta assistiva a partir dos conhecimentos adquiridos no ensino técnico profissionalizante. O trabalho ratifica a importância das políticas de inclusão, que deve ser objeto de reflexão no intuito de evitar quaisquer retrocessos na área.

Palavras-chave: Ferramenta Assistiva, Controle de Ambiente, Movimentos de Cabeça, Comandos de Voz.

INTRODUÇÃO

“I Choose Assistive Devices That Save My Face”, em português, “Eu Escolho Dispositivos Assistivos Que Salvam Meu Rosto”. (LI et al, 2021) traz um título provocador para um tema delicado e carregado de preconceitos. O estudo foi construído com base em dados da China e mostra que, mesmo em um país onde industrialização e tecnologias de produção não são problemas, o acesso a tecnologias assistivas ainda é. Além da dificuldade financeira, (Li et al, 2021) alerta para o preconceito. Muitos chineses acreditam que a deficiência está ligada a irregularidades cometidas no passado.

1Aluno do Curso Técnico em Informática do Instituto Federal - RN, carlosdaniel.pessoal@gmail.com;

2Aluno do Curso Técnico em Informática do Instituto Federal - RN, luiseduardo.aurelio@outlook.com;

3Mestre em Engenharia de Petróleo pela Universidade Federal - RN, gabriell.araujo@ifrn.edu.br;

Eles veem a deficiência como um problema que precisa ser “corrigido” ou lamentado, um verdadeiro castigo. Os autores afirmam que isso cria uma barreira às interações sociais. Eles também relacionam esse aspecto com o fato de apenas 7% da população chinesa com alguma deficiência ter oportunidade de usar ATs (*Assistive Technologies*) e a taxa de abandono ser tão alta. Apesar dos costumes culturais muito distantes, estudos realizados nos Estados Unidos mostram preconceitos muito próximos, como relata (PROFITA, 2016).

As formas vestíveis de tecnologia assistiva (AT) têm a capacidade de oferecer suporte aos usuários em trânsito. No entanto, o uso de AT em público pode estar sujeito a influências socioculturais (por exemplo, estigma social, julgamento e isolamento social) devido à visibilidade do dispositivo, muitas vezes levando os usuários a modificar, ocultar ou até mesmo abandonar seu AT. (PROFITA, 2016, p.44, tradução nossa)

A expressão *Wearable Technology*, ou tecnologia vestível, é muito usada em trabalhos da área de computação e se refere à incorporação de tecnologia em roupas e acessórios. A reflexão sobre os diversos aspectos que levam ao abandono tecnologias assistivas vestíveis é importante. Segundo (PROFITA, 2016):

À medida que os dispositivos AT vestíveis entram no mercado, compreender como os usuários percebem esses dispositivos com respeito a si próprios e dentro de uma comunidade maior pode esclarecer as razões subjacentes por trás de como e por que os indivíduos optam por usar, ocultar ou abandonar seus dispositivos. (PROFITA, 2016, p.45, tradução nossa)

(SHINOHARA; WOBBROCK, 2011) conduziram um pesquisa com usuários de tecnologias assistivas e concluem:

[...] embora a tecnologia assistiva capacite e permita que as pessoas trabalhem, socializem e orquestram suas vidas, ela ainda vive à sombra de percepções sociais erradas. Essas percepções equivocadas podem perpetuar as barreiras sociais à acessibilidade. As tecnologias assistivas são utilizadas em situações sociais e não em laboratórios isolados; portanto, o design de tais tecnologias deve ser avaliado quanto aos impactos nas interações sociais e profissionais. (SHINOHARA; WOBBROCK, 2011, p. 705, tradução nossa)

As preocupações enfatizadas pelos autores citados foram compartilhadas nesse trabalho, pois a ferramenta assistiva construída é, em parte, vestível e necessita ser instalada na cabeça do usuário. No caso de Carlos Daniel, a estética da ferramenta assistiva não foi um tabu em nenhuma das etapas. As demandas sempre foram mais de conforto que realmente volume ocupado e aparência da ferramenta. Mas, na perspectiva do atendimento de outras pessoas com dificuldades semelhantes às de Carlos, as

exigências em termos de estética foram consideradas na mesma proporção que o conforto.

O módulo que captura os movimentos de cabeça está instalado há alguns meses na haste esquerda dos óculos de Carlos. Muito esforço foi demandado durante o desenvolvimento das versões para atingir os requisitos de conforto e estética desejados. Mas, certamente, o fato de Carlos ser desenvolvedor da ferramenta assistiva impacta diretamente na aceitação.

Na primeira versão, construída em 2020, o sensor MPU-6050 era fixado aos óculos e um microcontrolador Arduino UNO, responsável por processar os dados, ficava preso ao corpo do usuário, parecido com as pequenas caixas pretas de suporte a microfones sem fio que os cantores e apresentadores carregam na cintura. Como o sensor MPU-6050 tem dimensões muito reduzidas, a estética não representou um problema. A fiação que conectava o sensor ao microcontrolador, por outro lado, trouxe desafios.

Carlos se mantém de bruços a maior parte do dia, usando rotações em torno do tronco para se locomover sobre sua plataforma. Ele tinha receios quanto à fiação, o que resultou na transição completa do módulo de captura para a armação dos seus óculos na versão atual. A ferramenta assistiva não deve remeter a preocupações, mas sim a liberdade.

O sensor MPU-6050, fabricado pela IvenSense, foi usado desde a primeira versão. O sensor tem seis graus de liberdade, pois agrega acelerômetro e giroscópio, cada um com três eixos (X, Y e Z). Mas, logo nos primeiros testes, Carlos descartou o uso do giroscópio, pois exigia movimentos de cabeça muito bruscos. No acelerômetro são usados apenas dois dos eixos (Y e Z), suficientes para o reconhecimento da inclinação da cabeça para cima, para baixo e para as laterais. Para a comunicação eficiente entre o sensor MPU-6050 com qualquer microcontrolador é necessária a leitura de dois documentos da IvenSense: o Mapa de Registradores, (IVENSENSE, 2013), e o documento de especificação do produto, (IVENSENSE, 2011).

Os sensores acelerômetros e giroscópios são usados em diversas aplicações, incluindo a rotação de tela em *smartphones*. O MPU-6050 é um chip muito pequeno, menos de um quarto de centímetro quadrado, sendo possível, com a tecnologia adequada, integrar o chip diretamente à armação dos óculos. Nesse trabalho, foi usada uma placa GY-521, que tem o chip e facilita o acesso à comunicação com

microcontrolador. Mesmo significativamente maior que o chip, a placa GY-521 apresenta dimensões (16 mm x 21 mm) e peso compatíveis com a aplicação.

A GY-521 simplifica o processo de prototipagem e, por isso, é encontrada em trabalhos acadêmicos de diversas áreas. (TOLEDO JÚNIOR, 2018), por exemplo, usa o sensor no monitoramento dinâmico estrutural, uma aplicação na Engenharia Civil. O autor faz uma referência ao custo baixo, que era cerca de 25 reais na época.

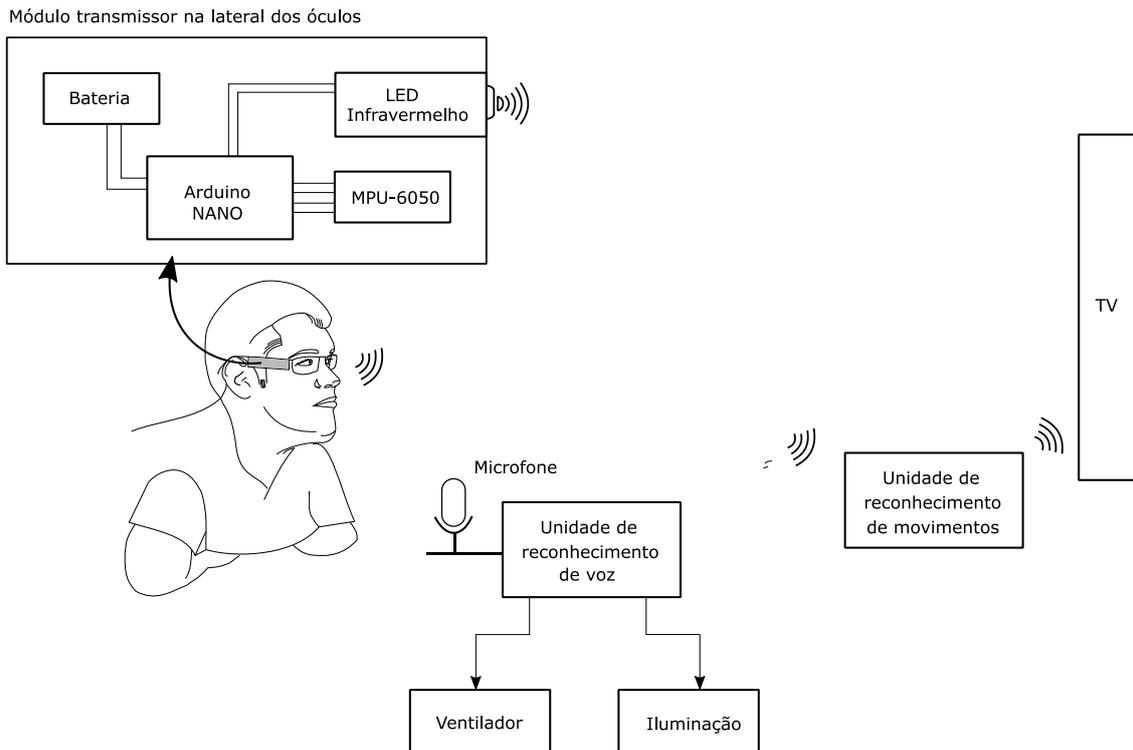
O acelerômetro é a base para o reconhecimento dos movimentos de cabeça. O sensor tem um custo de aquisição muito baixo devido à quantidade de aplicações e à simplicidade do hardware. Já o reconhecimento de voz, proposto nesse trabalho, é realizado pelo um módulo que usa um processador de 32 bits, significativamente mais caro. Este módulo, fabricado pela Geeetech, é identificado como Voice Recognition Module e não há qualquer numeração específica que identifique o modelo. Para usá-lo são necessárias duas etapas: a gravação dos comandos de voz e o carregamento para utilizar junto com um microcontrolador. O módulo permite gravar até 15 comandos divididos em três grupos, cada um com 5 comandos. No entanto, é possível carregar e usar apenas um dos grupos por vez.

METODOLOGIA

A ferramenta híbrida proposta é segmentada em duas unidades: a de reconhecimento de voz e a de captura de movimentos. Apesar de possuírem funções diferentes e funcionarem de forma autônoma, os módulos se complementam com o objetivo de oferecer a Carlos Daniel um maior controle sobre o seu ambiente. Os movimentos de cabeça (cima, direita, baixo ou esquerda) são combinados para gerar os comandos sem possibilidade de acionamento acidentais. Para facilitar a memorização, os comandos de voz gravados também foram “cima”, “direita”, “baixo” e “esquerda”, com a adição do termo “voltar”.

Atualmente as duas unidades são independentes, ou seja, acionam equipamentos distintos. Na próxima etapa do projeto, as unidades poderão se comunicar, tornando o uso redundante. Assim, caso Carlos não esteja com os óculos, ele poderá pronunciar a sequência de movimentos de cabeça e se comunicar com a TV, que hoje só pode ser acessada via óculos. A Figura 1 ilustra o sistema híbrido projetado e construído.

Figura 1 - Sistema híbrido de controle de ambiente.



Fonte: Próprios autores.

A unidade de captura de movimentos é composta por um transmissor instalado nos óculos de Carlos e um receptor que fica na bancada, sob o aparelho de TV. O transmissor conta com um sensor MPU-6050, um Arduino NANO, um LED infravermelho e uma bateria de íons de lítio recarregável de 3,7 volts, modelo 16340. Os óculos funcionam como um controle remoto universal, no qual a combinação dos movimentos de cabeça funcionam como botões. Desta forma, o módulo transmissor dos óculos pode ser reprogramado para comunicar com qualquer aparelho a partir da decodificação do controle remoto original. Carlos consegue realizar este procedimento sozinho operando o controle com a boca, como fazia antes dos óculos, e usando o próprio receptor da unidade de captura.

A unidade de reconhecimento de voz, por sua vez, só precisa do receptor, que é formado por um microfone, o Voice Recognition Module da Geetech, um microcontrolador Arduino UNO, um LED RGB e alguns relés. A inclusão do LED RGB facilitou a utilização da ferramenta assistiva por Carlos, pois altera a cor identificando o comando de voz interpretado. O conjunto fica localizado em cima da

bancada do usuário, com o microfone próximo a Carlos, aumentando a precisão no reconhecimento de voz.

Quando questionado sobre quais dispositivos gostaria de controlar com a ajuda da ferramenta assistiva, Carlos elencou o televisor, o ventilador e a lâmpada, presentes na sala de estar onde ele passa a maior parte do dia. As primeiras etapas do projeto se concentraram na unidade de captura de movimentos. Todos os equipamentos eram controlados por movimentos de cabeça, pois a unidade de reconhecimento de voz foi incorporada depois. Carlos decidiu que o ventilador e a iluminação, que têm acionamento mais esporádico, devem ser acionados por voz, enquanto os comandos da TV, que têm maior complexidade, são executados de maneira mais eficiente por movimentos de cabeça.

Apesar de o módulo de captura de movimentos ser capaz de se comunicar diretamente com o televisor, foram detectadas diversas falhas de comunicação com o aparelho em função da perda de visada nos movimentos de cabeça. Para solucionar este problema, foi desenvolvido um receptor infravermelho personalizado que funciona como uma espécie de intermediário entre os óculos e o aparelho de TV. O receptor construído não é uma estação repetidora, ou seja, não recebe e encaminha o mesmo sinal. Ele é uma estação ativa, que recebe os movimentos e identifica qual comando infravermelho, decodificado do controle original da TV, deve ser enviado. Além de resolver o problema das falhas de comunicação, a estação receptora trouxe para a bancada grande parte da complexidade do módulo transmissor dos óculos.

Simplificar o transmissor é importante, já que ele fica fixo aos óculos de Carlos, sendo o único dispositivo em que há preocupação com as dimensões, a estética, o peso e o uso eficiente da energia. A economia de bateria foi um dos motivos para a não adoção de rádiofrequência no módulo transmissor dos óculos. A rádiofrequência não apresenta o problema da visada, em contrapartida, a potência demandada nas transmissões é significativamente maior. Outro aspecto importante é que os aparelhos geralmente contam com interface para sinais infravermelhos, tornando o receptor opcional.

A estação receptora e tradutora dos sinais transmitidos pelos óculos fica próximo à TV, podendo ficar sob o aparelho. Ela é composta por um LED receptor infravermelho, um microcontrolador Arduino UNO, um LED RGB e um LED transmissor de sinais infravermelhos. Assim como o módulo de reconhecimento de voz,

a estação receptora também altera a cor a cada movimento de cabeça reconhecido, guiando Carlos na execução das sequências.

Após a realização de inúmeros testes com diferentes configurações do módulo, foi possível chegar à versão atual e mais adequada. Hoje, a ferramenta utiliza o sensor MPU-6050 soldado diretamente sobre o microcontrolador Arduino NANO, em formato de *shield*. O LED infravermelho fica próximo à lente e levemente inclinado para baixo, evitando a perda de visada quando a cabeça é erguida. A bateria de 3,7 volts é acomodada em um soquete próximo ao LED. O Arduino NANO e o sensor acelerômetro ficam no prolongamento da haste. A USB do Arduino NANO está disponível no final da haste, próximo à orelha, possibilitando Carlos reprogramar os óculos usando um cabo conectado ao computador.

Todos estes componentes foram distribuídos sobre uma placa de fenolite, dimensionada com o tamanho mínimo para comportá-los, e interconectados com alguns fios e pontos de solda. O módulo foi fixado à armação dos óculos de Carlos utilizando uma pequena peça plástica, duas porcas e dois parafusos de aço inoxidável, que atravessam a placa de fenolite. A Figura 2 mostra Carlos utilizando a ferramenta.

Figura 2 - Carlos e a ferramenta assistiva.



Fonte: Próprios autores.

Na camada de software, o dispositivo utiliza uma biblioteca desenvolvida pela própria equipe para se comunicar com o sensor MPU-6050 e enviar os dados pelo LED

infravermelho. A codificação usada para identificar cada movimento de cabeça é mostrada na Tabela 1. O padrão escolhido usa 32 bits (8 caracteres hexadecimais). Para evitar que um comando seja executado acidentalmente mais de uma vez, o módulo foi programado para enviar o sinal apenas se o anterior já tiver sido submetido a pelo menos 250 milissegundos.

Tabela 1 - Relação entre os movimentos de cabeça e seus respectivos códigos hexadecimais.

MOVIMENTO	CÓDIGO HEXADECIMAL
Cima	0xAAAAAAAA
Direita	0xBBBBBBBB
Baixo	0xCCCCCCCC
Esquerda	0xDDDDDDDD

Fonte: Próprios autores.

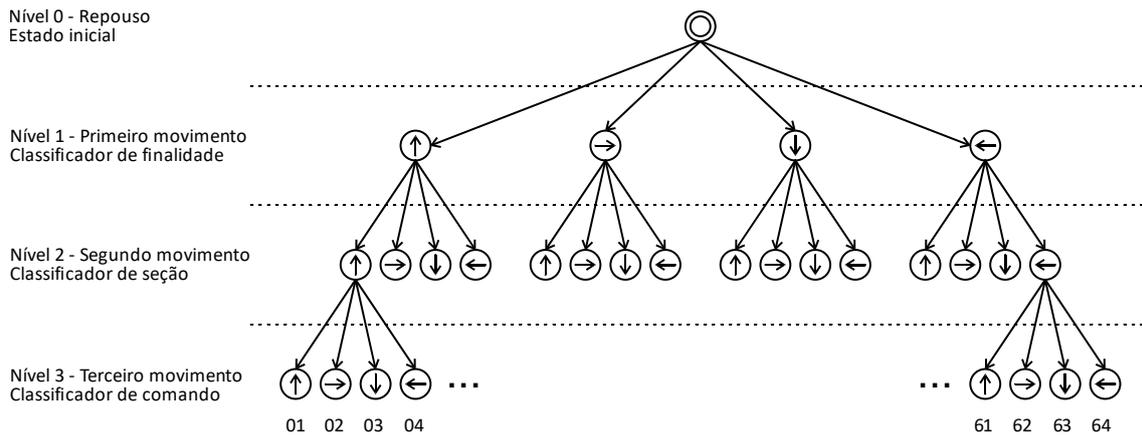
Os grandes desafios inerentes à construção do módulo transmissor do óculos (módulo de captura de movimentos) se converte em grandes desafios de software na estação receptora. A estação receptora tem construção mais simples, já que não precisa atender requisitos de peso, volume e estética.

A estação foi montada dentro de uma caixa de acrílico, facilitando a propagação dos sinais luminosos pela estrutura. Os módulos que compõem a estação foram parafusados à caixa de acrílico. O receptor infravermelho e o LED foram fixados por meio de abraçadeiras plásticas.

O código responsável pelo controle do receptor de movimentos foi implementado com base numa árvore quaternária. Em cada nó da árvore, o usuário escolhe, por meio do movimento de cabeça, para qual nó do nível inferior vai caminhar. A árvore conta com o nível 0, de repouso, e mais três níveis subjacentes, como mostra a Figura 3.

Com três movimentos seguidos, o usuário consegue chegar a qualquer um dos 64 nós do terceiro nível. Cada nó do nível 3 pode ser associado com um comando diferente. Para facilitar a memorização das combinações, foram criados classificadores. O nível 1 representa o primeiro movimento da sequência, onde é determinada a finalidade (equipamento a ser utilizado). O nível 2, por sua vez, se trata do segundo movimento, que determina a seção (categoria do comando desejado). Por último, o nível 3 é o terceiro e último movimento da sequência, onde é definido o comando (ação a ser executada).

Figura 3 - Árvore quaternária com as combinações de movimentos.



Fonte: Próprios autores.

No primeiro movimento, o usuário identifica um dos nós do classificador de finalidade. Fazendo o primeiro movimento de cabeça para cima, Carlos identifica que o comando será enviado para o aparelho de TV. Se o segundo movimento for para a direita, o classificador de seção conduz para os comandos multimídia (CH+, CH-, VOL+ ou VOL-). Por fim, no terceiro comando, o usuário decide entre um dos quatro da lista. Se o movimento for para cima, o classificador o comando escolhido é “aumentar o volume”. Imediatamente após o terceiro movimento interpretado pelo receptor, um sinal com a codificação original da TV é enviado.

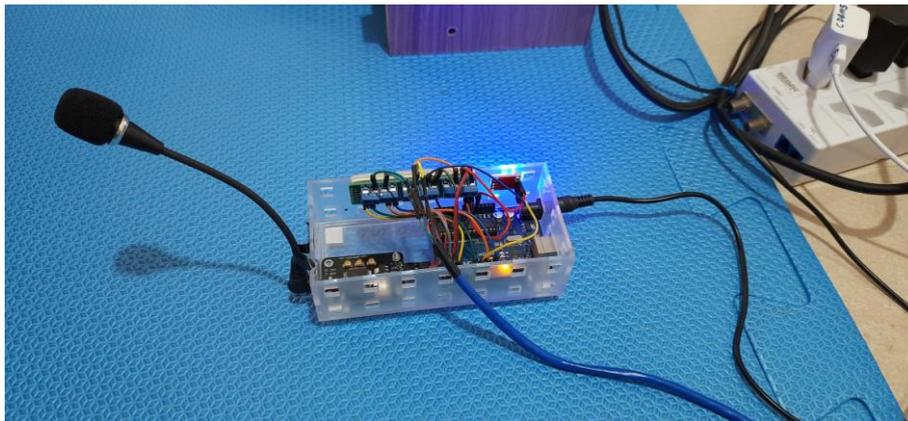
O LED RGB presente no receptor de movimentos de cabeça emite um sinal luminoso diferente em resposta a cada movimento efetuado por Carlos. Desta forma, qualquer falha na comunicação pode ser percebida instantaneamente. As cores exibidas são a vermelha, a verde, a azul e a amarela e estão relacionadas com os movimentos de cabeça para cima, para a direita, para baixo e para a esquerda, respectivamente. Ao finalizar ou interromper a sequência, o LED RGB é desligado.

Para evitar que houvesse a execução involuntária de comandos, o receptor infravermelho foi programado para continuar armazenando os movimentos da sequência apenas se eles forem efetuados em um intervalo de até 1 segundo entre cada um deles. Quando dois movimentos são executados com intervalo superior a 1 segundo, a execução retorna automaticamente ao nó de repouso da árvore. Ao finalizar a sequência, ou seja, executar o terceiro movimento, o programa retorna ao nó anterior (nível 2) e aguarda por outro movimento durante mais 1 segundo. Essa implementação simula a permanência do botão apertado, muito útil para percorrer canais de forma mais rápida e

alterar o volume de forma contínua, sem precisar executar os três movimentos para reduzir apenas uma unidade no som ou no canal.

A unidade de reconhecimento de voz foi montada em uma caixa de acrílico com as mesmas dimensões do receptor de movimentos de cabeça. As diferenças conceituais, contudo, são enormes. A unidade de reconhecimento de voz não precisa de transmissor, portanto, não utiliza infravermelho como interface. A Figura 4 mostra a unidade de reconhecimento de voz.

Figura 4 - Unidade de reconhecimento de voz.



Fonte: Próprios autores.

A captura da voz de Carlos ocorre por meio de um microfone. A comunicação entre a unidade e os equipamentos (ventilador e iluminação), por sua vez, é feita por meio de um cabo de rede e alguns relés.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A unidade de captura e reconhecimento de movimentos foi construída primeiro e vem sendo testada há meses. A atual versão do transmissor atende todos os requisitos de peso e estética iniciais. Durante todo o período não ocorreu nenhum acionamento inesperado, comprovando o poder de caracterização das assinaturas formadas por três movimentos seguidos de cabeça. Os 64 comandos possíveis estão sendo suficientes para as aplicações atuais e deve comportar as futuras atualizações do sistema.

Nas primeiras versões, muitas das combinações tentadas por Carlos não eram reconhecidas pelo receptor. Esse problema foi resolvido em várias instâncias. No *hardware*, o *feedback* luminoso foi incorporado ao receptor. Desta forma, Carlos reconhecia imediatamente problemas de comunicação, como, por exemplo, quando o infravermelho perdia visada. No *software*, o código fonte, escrito em linguagem C++

com paradigma estrutural e muitas operações condicionais, foi reescrito com olhar na estrutura de dados e não mais nas operações condicionais. As funções *delay*, que levam o processador ao estado de espera ocupada, também foram evitadas.

Com a evolução do projeto e o aumento significativo da complexidade, a utilização do modelo orientado a objetos tornou-se necessária, visando uma melhor organização e modularidade do projeto. A adoção deste paradigma foi importante para a construção da biblioteca utilizada na comunicação com o sensor MPU-6050.

Apesar da corrente literária, que considera a programação orientada a objetos uma má prática para *hardwares* com maiores limitações de memória, ao compilar a versão orientada a objetos foi observado um leve aumento no espaço de armazenamento ocupado na memória flash e uma redução mais significativa no consumo de memória RAM em relação ao código anterior, que era baseado no paradigma estruturado.

Os programas utilizados para a obtenção destes resultados foram o Visual Studio Code, com a extensão PlatformIO IDE, e o Arduino IDE, no intuito de garantir que o impacto das mudanças não era exclusivo de apenas uma ferramenta de desenvolvimento. Referente ao consumo de memória RAM, o Visual Studio Code informou que o código estruturado e o código orientado a objetos ocupavam, respectivamente, 39,1% e 32,0%, uma redução de 7,1%. O Arduino IDE relatou uma queda muito semelhante, de 38,7% no código estruturado para 31,7% no código orientado a objetos.

Em relação ao espaço de armazenamento gasto, o código estruturado e o código orientado a objetos ocuparam, respectivamente, 36,9% e 38,2%, um aumento de 1,3%, segundo o Visual Studio Code. No Arduino IDE foi observado o mesmo aumento, com 36,6% de uso de armazenamento pelo código estruturado e 37,9% pelo código orientado a objetos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A unidade de reconhecimento de voz foi incorporado mais recentemente ao projeto. O ventilador e a iluminação, que estavam sendo controlados por meio dos movimentos de cabeça, são agora controlados por voz. As próximas etapas do projeto incluem a comunicação entre as unidades de reconhecimento dos movimentos de cabeça e dos comandos de voz, permitindo redundância nos comandos, ou seja, acionar os mesmos equipamentos das duas formas a qualquer momento.

Ao longo dos testes com a unidade de reconhecimento de voz, foi observado que o módulo da Geetech é muito susceptível a falhas na interpretação dos comandos. Para solucionar este problema, o Arduino UNO da unidade foi programado para realizar o acionamento apenas se houver a confirmação do comando. Logo, é necessário repetir o comando de voz em um intervalo inferior a dois segundos e meio para que a unidade faça o acionamento. O ato de confirmar o comando impediu que novos acionamentos acidentais ocorressem durante conversas com Carlos.

Além da integração entre as unidades de reconhecimento de voz e de movimentos de cabeça, muito esforço está sendo demandado em otimizações que permitam aumentar o tempo de bateria do transmissor dos óculos, que hoje está entre 7 e 10 horas dependendo da quantidade de acionamentos. Alternativas para colocar o módulo transmissor dos óculos no modo *sleep (standy by)* estão sendo estudadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa de pesquisa do IFRN pelo incentivo financeiro na forma de bolsa de iniciação à pesquisa ofertada a Carlos Daniel nos sete meses de duração do projeto.

REFERÊNCIAS

INVENSENSE. **MPU-6000 and MPU-6050 Register Map and Descriptions Revision 4.2.** Sunnyvale, CA: InvenSense Inc. 2013.

_____. **MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.1.** Sunnyvale, CA: InvenSense Inc. 2011.

LI, F. M.; CHEN, D. L.; FAN, M.; TRUONG, K. N. **“I Choose Assistive Devices That Save My Face”: A Study on Perceptions of Accessibility and Assistive Technology Use Conducted in China.** Yokohama, Japan. CHI '21: Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. May 2021. ISBN 978-1-4503-8096-6/21/05.

PROFITTA, H. P. **Designing wearable computing technology for acceptability and accessibility.** In.: SIGACCESS NEWSLETTER. New York, NY. Association for Computing Machinery. Issue 114. January 2016. Pag. 44-48. ISSN 1558-2337

SHINOHARA, K.; WOBROCK, J. O. **In the Shadow of Misperception: Assistive Technology Use and Social Interactions.** Vancouver, Canadá: CHI 2011. May 2011. ISBN 978-1-4503-0267-8/11/05.