

Guide2Blind: Sistema Háptico-Sonoro de Orientação para deficientes visuais em ambientes fechados - Fase 2

Guide2Blind: Haptic-Sound Guidance System for the Visually Impaired Indoors - Phase 2

DOI:10.34117/bjdv7n3-178

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 09/03/2021

Lucas Rafael da Silva Martins

Técnico em Mecatrônica pelo Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul)
Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Câmpus Charqueadas
Rua General Balbão 81, Centro, Charqueadas, RS. CEP: 96.745-000
E-mail: lucasmarthins1@gmail.com

Mikael Tolotti da Silva

Técnico em Mecatrônica pelo Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul)
Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Câmpus Charqueadas
Rua General Balbão 81, Centro, Charqueadas, RS. CEP: 96.745-000
E-mail: tolottimika123@gmail.com

Bernardo Moreira

Técnico em Informática pelo Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul)
Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Câmpus Charqueadas
Rua General Balbão 81, Centro, Charqueadas, RS. CEP: 96.745-000
E-mail: moreira.bernardo@yahoo.com.br

Diego Afonso da Silva Lima

Mestre em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Câmpus Charqueadas
Rua General Balbão 81, Centro, Charqueadas, RS. CEP: 96.745-000
E-mail: diegolima@ifsul.edu.br

Carlos Francisco Soares de Souza

Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Câmpus Charqueadas
Rua General Balbão 81, Centro, Charqueadas, RS. CEP: 96.745-000
E-mail: carlosfrancisco@ifsul.edu.br

Luis Gustavo Fernandes dos Santos

Mestre em Ensino de Ciências Exatas pela Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES)
Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Câmpus Charqueadas
Rua General Balbão 81, Centro, Charqueadas, RS. CEP: 96.745-000
E-mail: gustavofs@ifsul.edu.br

Carlos Arthur Carvalho Sarmanho Junior

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(UFRGS)

Instituição: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Câmpus Charqueadas
Rua General Balbão 81, Centro, Charqueadas, RS. CEP: 96.745-000
E-mail: carlossarmanho@ifsul.edu.br

RESUMO

Este projeto tem como objetivo a construção de um sistema háptico-sonoro para o auxílio da navegação e locomoção de deficientes visuais em ambientes fechados (indoor). Os objetivos específicos são listados como: Desenvolver um dispositivo de segurança compacto para a detecção de obstáculo que efetue uma resposta de desvio rápida e nítida; desenvolver um aplicativo de detecção de potências de Wi-Fi; criar um sistema simples e rápido de mapeamento para qualquer ambiente fechado; desenvolver um algoritmo de rotas para locais mapeados; efetuar simulação de mapeamento Wi-Fi e Geolocalização. A visão é o sentido que permite o maior fluxo de informações interpretativas, e a perda desse sentido gera grande barreira para a autonomia dessas pessoas em muitas atividades, como na locomoção. Segundo o censo de 2010 do IBGE cerca de 16,6 milhões de pessoas possuem algum grau de deficiência visual, e, deste total, 506 mil sejam completamente cegos, é uma grande barreira para aos portadores da deficiência visual encontrar métodos que os auxiliem. Como uma alternativa desses métodos, o grupo propõe a construção de um sistema e idealiza: utilizar sensores e micromotores elétricos de vibração, para detectar e alertar o sentido de objetos durante a locomoção entre as rotas, possibilitando que usuário desvie de empecilhos que podem variar, em paralelo, a utilização de um aplicativo Android que utilizará de sinais de roteadores Wi-Fi, para auxiliar o usuário em sua Geolocalização através da trilateração, guiando-o até um destino escolhido e permitindo a navegação dentro das áreas previamente mapeadas.

Palavras Chave: Tecnologia Assistiva, Localização em ambientes fechados, Substituição sensorial.

ABSTRACT

This project aims to build a haptic-sound system to aid the navigation and locomotion of the visually impaired indoors. The specific objectives are listed as: Develop a compact safety device for obstacle detection that makes a quick and clear deviation response; develop a Wi-Fi power detection application; create a simple and quick mapping system for any indoor environment; develop a routing algorithm for mapped locations; perform Wi-Fi mapping and Geolocation simulation. Vision is the sense that allows the greatest flow of interpretative information, and the loss of this sense generates a great barrier to the autonomy of these people in many activities, such as locomotion. According to the 2010 census from IBGE, about 16.6 million people have some degree of visual impairment, and, of this total, 506 thousand are completely blind. As an alternative to these methods, the group proposes the construction of a system and idealizes: to use sensors and electric micromotors of vibration, to detect and alert the direction of objects during the locomotion between routes, allowing the user to avoid obstacles that may vary, in parallel, the use of an Android application that will use signals from Wi-Fi routers, to assist the user in his geolocation through trilateration, guiding him to a chosen destination and allowing navigation within the previously mapped areas.

Key Words: Assistive Technology, Indoor Location, Sensory Substitution.

1 INTRODUÇÃO

A deficiência visual, doença caracterizada por dificultar ou não permitir uma visão nítida ao seu redor, atinge atualmente grande parte da população (SOARES, 2009). Em 2002, estimava-se atingir 162 milhões de pessoas no mundo. Em 2010, esse número torna-se alarmante no Brasil, segundo o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística cerca de 16,6 milhões de pessoas possuem algum grau de deficiência visual, e, deste total, 506 mil sejam completamente cegos (MARQUES, 2017; RANGEL et al., 2010).

Em mundo alimentado pela contínua produção de informação, tecnologia e derivados, a perda de visão, por vezes limita o indivíduo de certas atividades como orientação, locomoção, acesso a conteúdos digitais, etc (BERSCH, 2017; GLEICK, 2013). Mesmo que o corpo humano supra, em parte, a falta de visão a partir de outros sistemas receptores de informações externas, encontramos um déficit, pois, é a visão que permite distinguirmos com certeza a fisionomia dos objetos e a profundidade de ambientes, além de proporcionar ao corpo habilidades motoras, tais como a postura firme e o equilíbrio. Sem contar que a cegueira adquirida pode causar diversos problemas, desde psicológicos, como sentimento de incapacidade social e dificuldade de relacionar-se com demais indivíduos, até fisiológicos (RANGEL et al., 2010; SOARES, 2009).

Entretanto uma área bem popular na medicina aponta que, apesar da deficiência visual, nosso corpo busca remediar a situação a partir de outros sistemas sensoriais como a audição e o tato. A plasticidade neural é um termo que se refere ao comportamento do nosso cérebro que redistribui funções do sistema nervoso quando, por alguma circunstância, tenha lesionado o tecido nervoso. As sinapses neurais são reorganizadas já que mais de uma área no córtex é responsável pelo processamento de dados externos. No caso de substituição sensorial, cientistas e pesquisadores como Cohen et al (COHEN et al., 1997) e Sadato et al (SADATO et al., 1996) afirmam terem encontrado atividade no córtex visual primário durante a leitura de braille, confirmando a correlação do córtex occipital com o visual (RANGEL et al., 2010).

Além do sentido tátil é comprovado que, em cegos e videntes, o córtex occipital é ativado em circunstâncias que requeiram uso da imaginação. Por estes estudos, Rangel et al (RANGEL et al., 2010) afirma que nenhum dos processos neurais deve ser considerado individual, isolado ou tido como exclusivo de determinada área cerebral. Dessa maneira, pode-se supor que, devido a plasticidade cerebral, nenhum deficiente

visual é menos desenvolvido que outro indivíduo, mas que as tarefas são apenas redirecionadas a outras áreas.

É válido ressaltar que a taxa de recuperação cortical está diretamente relacionada à idade em que a cegueira se manifesta no indivíduo (COHEN et al., 1997). Em um estudo de teste com um produto de substituição sensorial (SS) tátil-visual, realizado por Kastrup et al (KASTRUP et al., 2009), os resultados apresentam que pessoas com cegueira congênita ou precoce se saem melhor com relação aos demais de idade avançada e cegueira tardia.

Um termo recente nesta área de inclusão técnica é a chamada Tecnologia Assistiva (TA), tecnologia voltada para a produção de equipamentos e dispositivos que facilitem a vida dos deficientes. Como definido no decreto Nº 8.953, de 10 de janeiro de 2017, artigo 3, parágrafo único, tecnologia assistiva se caracteriza em produtos, equipamentos, dispositivos.. entre outros que estejam relacionados a promoção de melhorias na qualidade de vida e autonomia de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (BRASIL, 2017).

O artigo publicado por Kastrup et al (KASTRUP et al., 2009) diz que as tecnologias assistivas devem ser apenas e somente para pessoas com deficiências físicas, sensoriais ou cognitivas. Aponta também que na área educacional as TA's são, eventualmente, confundidas entre si. Um cadeirante utilizará o mesmo computador que qualquer outro colega para o mesmo objetivo e que a principal diferenciação de um sistema educacional e TA se dá pelo “rompimento de barreiras”, tanto sensoriais, como motoras ou cognitivas, que impeçam a limitação ao acesso à informação (KASTRUP et al., 2009). A tecnologia assistiva é interdisciplinar, não aplicável para uma única tarefa, e esta expande-se para um ambiente social ajudando na locomoção, comunicação, acessibilidade, portabilidade, alunos em salas de aulas e até mesmo em sistemas de substituição sensorial (KASTRUP et al., 2009).

Incluso nas tecnologias assistivas (TA's) está o conceito de Substituição Sensorial (SS), no qual se busca alternativas para que outros sentidos possam exercer o papel do sentido com deficiência ou perda total. Para entender o sistema de substituição sensorial, deve-se ter em mente conceito de plasticidade neural - regeneração ou readaptação das/nas sinapses neurais para que outra parte do córtex occipital possa processar os dados externos (COHEN et al., 1997; RANGEL et al., 2010; SADATO et al., 1996). A substituição sensorial se dá pelo uso de TA's para sistemas táteis e auditivos e, segundo Bach-y-Rita (KASTRUP et al., 2009), a substituição sensorial que melhor se adaptou ao

cotidiano foi a escrita em braille, na qual, ao invés de utilizar-se os olhos para ler, são utilizadas as ponta dos dedos. Duas tecnologias assistivas que estão entre as mais comuns quando tratamos de deficiência visual e locomoção para SS são o “cão-guia” e/ou a “bengala”, sendo que esta última tem função de equipamento de segurança para a detecção de objetos extremamente próximos e preferencialmente estáticos. Os custos de uma bengala são relativamente baixos, ao passo que os custos de um cão guia podem ser altos, e possui a vantagem de oferecer a possibilidade de guiar o usuário para locais com distâncias médias (dentro de espaços conhecidos e previamente apresentados ao cão). No ano de 2000, em Portugal, nasceu a Associação Beira Agueira de Apoio ao Deficiente Visual (ABAADV), que presta o serviço de educação de cães-guia, e os cães-guias são entregues gratuitamente a pessoa cega, ou melhor, a preço de custo, pois alguns valores são cobrados, tais como os salários dos educadores da associação e os custos das necessidades naturais do animal, podendo levar a entrega de um cão-guia educado ao custo elevado de 17.500 euros (BADALO, 2014); em paralelo, há o fato de que um cão não é uma máquina e nem um objeto e sim um animal com necessidades e vontades próprias (ABAADV, 2018). Além disso, existem o guia humano e o GPS (Sistema de Posicionamento Global) como sistemas auxiliares de locomoção (SÁ, 2003). Um ponto importante na discussão são as limitações dessas tecnologias e suas aplicações em diversos ambientes fechados, tais como shoppings, hospitais, estabelecimentos comerciais, industriais, escritórios, prédios, residências, etc, o que impossibilita a inclusão de deficientes visuais em diversos espaços sociais (BRUMER; PAVEI; MOCELIN, 2004). Isso proporciona um pensamento de custo-benefício para esses métodos de locomoção segura e até que ponto afetam a autonomia do deficiente visual. Para os métodos citados, os ambientes fechados parecem ser os mais atingidos negativamente na questão custo-benefício, pois dificilmente podem ser navegados com cães, ou por GPS, pois além de sua imprecisão (KOTARO et al., 2015b), o GPS não permite com que o deficiente visual possa desviar de obstáculos (BADALO, 2014). Assim, dos métodos citados só restam a bengala e o guia humano para ambientes fechados, sendo que o alto custo de um guia humano impossibilita o acesso a estes ambientes para grande parte dos indivíduos deficientes visuais. A dependência de um guia humano pode afetar na vida auto sustentada e plena do deficiente visual (BRUMER; PAVEI; MOCELIN, 2004) e a bengala é um sistema de baixo custo, porém sua simplicidade tende a não completar muitos parâmetros no auxílio da locomoção em

ambientes fechados, tal qual andar em um corredor com muitos objetos de obstrução e/ou locais como um shopping com uma grande circulação de pessoas e diversos andares.

O objetivo deste projeto é mais do que criar um método auxiliar de locomoção com substituição sensorial, mas observar que sejam atendidos ótimos parâmetros de custo-benefício para a aquisição de uma plataforma de auxílio à locomoção em ambientes fechados, por parte deficientes visuais, e a melhora na qualidade de vida do indivíduo deficiente.

Hipotetiza-se o desenvolvimento de um sistema háptico-sonoro formado por um aplicativo *Android* que se comunica com o usuário pelo sentido auditivo, associado a um dispositivo de segurança que utiliza o sentido háptico, ou também chamado sentido tátil, para se comunicar e orientar o deficiente visual sobre a presença e direção de objetos, tudo isto, de forma não-invasiva, e que ambos em funcionamento durante a locomoção, possam facilitar a locomoção em ambientes fechados quando comparado com outras tecnologias de locomoção para deficientes visuais. Além disso, a utilização de um aplicativo *Android*, que é uma tecnologia popular na sociedade, e a construção do dispositivo com a possibilidade de utilização de componentes eletrônicos e de processamento de baixo custo, poderá trazer ganhos na relação custo-benefício.

Outra hipótese é que, o deficiente visual, ao utilizar o sistema, alcance uma maior autonomia quando comparado a outras tecnologias de auxílio na locomoção que no momento são baseadas no que foi visto na literatura. Para isso, acredita-se que o sistema proporcione uma boa alternativa de solução de um dos principais problemas encontrados, no caso, o propósito de se locomover em ambientes fechados. Com isso hipotetiza-se que o usuário consiga ter simultaneamente ganhos em qualidade de vida e experiência durante sua locomoção.

2 OBJETIVOS E QUESTÃO PROBLEMA

A busca por qualidade de vida é um dos fatores que caracterizam a tecnologia assistiva (BRASIL, 2017) e pode ser ampliada com a inclusão cultural e econômica de deficientes visuais. Essa inclusão está relacionada diretamente com a locomoção dos mesmos em locais sociais ou de trabalho que normalmente se encontram em ambientes fechados (BRUMER; PAVEI; MOCELIN, 2004). Algumas barreiras estão sendo quebradas ao longo das últimas décadas para a inclusão de deficientes visuais no trabalho, mas um tópico que ainda apresenta barreiras é a adaptação necessária na empresa ou local de trabalho para atender algumas necessidades do deficiente visual (BRUMER; PAVEI;

MOCELIN, 2004), e com este propósito, o método apresentado pelo grupo pretende facilitar adaptação do deficiente visual nestes locais. A questão chave então é: Como construir um sistema para auxílio à localização e orientação de deficientes visuais em ambientes fechados?

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é construir um sistema para auxílio à localização e orientação de deficientes visuais em ambientes fechados. Utilizando substituição sensorial para a comunicação com o deficiente visual, pretende-se criar um sistema de localização utilizando de sinais de roteadores com o intuito de identificar a posição e possíveis rotas de locomoção para os usuários, com orientação sonora, e concomitantemente desenvolver um sistema de segurança através da detecção de obstáculos e com responsividade através de vibração em contato indireto com a derme do indivíduo.

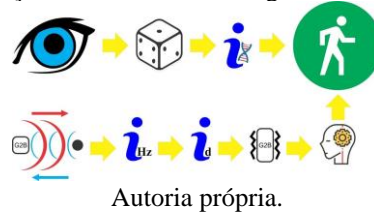
3 DESCRIÇÃO DE MATERIAIS E MÉTODOS

Os objetivos do projeto levam em conta dois grandes eixos, os de locomoção que necessitam de um sistema de segurança, para evitar que o deficiente visual esbarre com algum obstáculo. E o segundo grande eixo tem em vista o entendimento de navegação e orientação em ambientes fechados, para solucionar tal problema que desenvolvemos um aplicativo para localizar e indicar rotas para o usuário.

3.1 DISPOSITIVO DE SEGURANÇA G2B

A Figura 1 apresenta, no caminho iniciado na linha superior, como se dá a transmissão da informação sensorial biológica (olhos) para dados adquiridos, e depois para informação biológica (DNA) para então haver a resposta do indivíduo (movimento de reação, por exemplo) a esta informação. Na mesma imagem, na linha inferior, é mostrado como se dá a transmissão de um sensor eletrônico, que emite um sinal e recebe a resposta em um sinal de frequência, o qual é traduzido internamente como uma distância, depois convertido em vibrações em um motor vibracall junto ao corpo e só então ocorre a aquisição de dados, para encaminhar ao DNA e a resposta do usuário. Quando se trata da visão, o sinal (luz) não precisa ser emitido, mas somente recebido, com velocidade e frequência extremamente altas, traduzindo milhares de informações em segundos. Já para o sensor eletrônico precisa emitir o sinal (som, que apresenta velocidade muito menor em comparação à da luz), receber o sinal de retorno, e tem ainda um caminho longo até que as (poucas) informações sejam traduzidas pelo corpo.

Figura 1. Comparação entre Sistema Biológico e Substituição Sensorial.



Os sentidos fundamentais biológicos se unem para fazer a detecção de objetos e orientação do indivíduo de forma que este possa desviar de obstáculos, além de obter orientação espacial durante o deslocamento. Existem alguns sensores eletrônicos que permitem a detecção de objetos. Neste dispositivo foi utilizado o sensor ultrassônico HC-SR04, o qual possui alcance entre 2 e 400 cm, e funciona com a emissão de um sinal sonoro de 40 kHz, não perceptível pelo espectro sonoro humano. O sinal enviado pelo sensor atinge um objeto e a distância é calculada pela relação temporal de envio e recebimento do sinal sonoro em um receptor integrado ao sensor.

Com o intuito de atender um dos objetivos, desenvolver um dispositivo de segurança compacto para a detecção de obstáculo que efetue uma resposta de desvio rápida e nítida, foi construído um dispositivo de estrutura mecânica para alojar os componentes, circuito eletrônico e programação adequada ao circuito à detecção de objetos.

3.2 CONSTRUÇÃO DO DISPOSITIVO DE SEGURANÇA G2B

3.2.1 Substituição sensorial háptica

Para o processo de substituição sensorial, foi utilizado um micromotor, o qual deverá emitir sinal de vibração para o sentido háptico (sentido do tato / recepção do sinal através da pele), gerando uma comunicação biológica. Foram distribuídos três motores de vibração no dispositivo que está em contato com o corpo, divididos de forma equivalente aos sensores, formando três conjuntos, um na parte central, um na direita e outro na esquerda do dispositivo, com cada motor respondendo respectivamente ao sensor de sua posição, possibilitando ao usuário detectar a direção do objeto através da substituição sensorial. O dispositivo inicial é apresentado na Figura 2.

Figura 2. Dispositivo háptico-sonoro (1) para detecção de objetos.



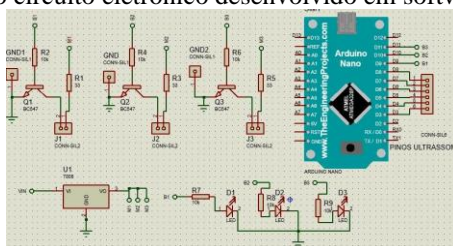
Autoria Própria.

3.2.2 Circuito Eletrônico

O circuito foi calculado (apresentamos esses cálculos em nosso diário de bordo) e projetado utilizando o microcontrolador Arduino Nano, resistores com valores de 33 Ohms (3 unidades) que reduzem a tensão para aproximadamente 3.5 V (dentro da faixa de operação dos motores) e 1.2 kOhms (3 unidades) utilizados na base dos transistores BC547 e destinados a diminuir a corrente que chega aos motores (40 mA idealmente). O regulador de tensão L7805 é utilizado para rebaixar a tensão de 9 V para 5 V, e capacitores de 10 uF (1 unidade) e 0.22 uF (1 unidade) para auxiliar o funcionamento do regulador de tensão, reduzindo ruídos.

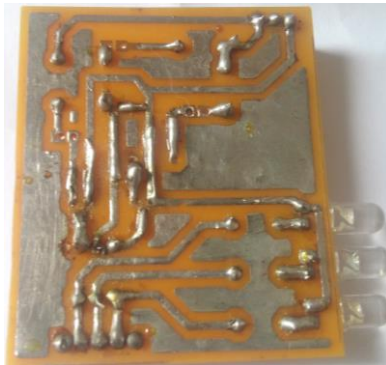
Logo após os cálculos e testes feitos na protoboard, foi projetado um desenho do circuito como mostra a Figura 3.

Figura 3. Visualização 2D do circuito eletrônico desenvolvido em software de simulação de circuitos



A confecção da PCB (Printed Circuit Board) foi realizada por processo de termotransferência, método popular em confecções de circuitos eletrônicos. Foi transferida por calor a tinta do desenho da PCB para uma placa de fenolite coberta por cobre. Após isso foi a corrosão da placa com perclorato de ferro, que remove a camada de cobre que não está coberta pela tinta, restando cobre somente nas trilhas projetadas pelo desenho. Podendo enfim soldar os componentes calculados por nós.

Figura 4. PCB Confeccionada através do método de termotransferência com os componentes soldados.



Autoria Própria.

3.3 APLICATIVO G2B

Neste capítulo, iremos detalhar e explicar como a segunda parte do sistema Guide2Blind foi criada e como ela funciona. O sistema G2B foi criado para auxiliar deficientes visuais na localização e orientação em ambientes fechados para que eles não se percam e possam ir de um ponto a outro pelo melhor caminho possível. Quando é dito melhor caminho possível, queremos dizer direcionar a pessoa pelo menor caminho cujo qual tenha menos obstáculos e menos fluxo de pessoas, se possível.

O sistema G2B é fragmentado em duas partes. A primeira parte é voltada ao usuário, desenvolvida para dispositivos móveis, por hora *Android*, e possui uma interface simples e, que com um toque na tela e um comando de voz, o sistema consiga se comunicar com o usuário. A segunda parte é um sistema feito para *browsers*¹ voltada a administradores ou técnicos que atuem no sistema para fazer o mapeamento de novos lugares ou quando um lugar, já existente, sofrer alterações na planta, possa-se atualizar os dados de forma eficiente.

3.3.1 Buscando distância até a roteador

Para atender os objetivos de localização dividimos o conceito de localização em dois princípios, cálculo de distância dos PA's e mapeamento:

O grupo decidiu desenvolver o sistema por perda de sinal por apresentar muita facilidade de manipulação e não possuir momentos que o sinal de estímulo pode sofrer muitas variações, gerando as imprecisões indesejadas. E para obter a distância entre o aparelho receptor do sinal Wi-Fi e roteador através da potência do sinal da antena é o utilizado Equação 1:

¹ Browser significa navegador de Internet.

Equação 1. Equação de cálculo da distância do emissor de Wi-Fi através da potência

$$D = 10^{\frac{RSSI - TxPower}{10 * y}}$$

Esta fórmula atualmente tem mostrado precisão mesmo apresentando simplicidade necessitando de poucas informações para obter a distância, mas atualmente é muito estudado qual de fato é a fórmula mais precisa para esta ação. Para entender como funciona a fórmula e se apresenta precisão para ser aplicado no aplicativo, o grupo fez um teste, calculando pelo dBm a distância e comparando com a distância real.

Entendendo estas perdas podemos utilizar um valor médio de “y” para diminuir o erro da medição. No geral o valor médio é tabelado, mas para efetuar os testes no IFSul, o grupo fez medições de 1m a 4m, e calculou o valor de perda média no câmpus. e o valor de “y” para o IFSul câmpus charqueadas foi de aproximadamente -0,99475. Para o teste da fórmula foram medidos valores de potência do sinal (RSSI) para diferente valores de distância, então colocamos em uma tabela para identificar precisão dos cálculos.

3.3.2 A trilateração

Um dos motivos para migrar do módulo de internet conectado ao dispositivo para a utilização de dispositivos móveis foi eficiência na coleta de dados das redes *wireless* próximas. O *Android* permite que coletemos dados de potência de sinal (RSSI) e o nome das redes (SSID) em tempo contínuo sem a necessidade de se conectar à rede.

Optamos por capturar as informações a cada meio segundo em um processo paralelo e as salvamos em um vetor de objetos do tipo Point (criado pelo grupo). Esse vetor é enviado para a classe que cuidará da trilateração para achar a posição da pessoa. A classe que trilatera irá, primeiro, checar se realmente três roteadores foram encontrados, depois irá ordená-los da maior RSSI para a maior RSSI e então aplicará os cálculos matemáticos e irá comparar a posição X e Y da pessoa com a última posição computada.

Essa comparação serve para identificar se não houve mudanças de perda de sinal que possa interferir na precisão do cálculo. A comparação é feita calculando a distância do último ponto através da fórmula:

Equação 2. Utilização da equação de cálculo da distância do emissor de Wi-Fi através da potência

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2}$$

Onde:

D = Distância entre 2 pontos

X2 = coordenada “X” do ponto 2

X1 = coordenada “X” do ponto 1

Y2 = coordenada “Y” do ponto 2

Y1 = coordenada “Y” do ponto 1

Após o obter a distância, calculamos o deslocamento considerando que uma pessoa se mova a no máximo 5m/s, caso o resultado seja maior que 5m/s considera-se que tenha ocorrido um erro no cálculo de trilateração. Futuramente pretendemos utilizar o acelerômetro do celular para calcular com maior precisão a velocidade que a pessoa está se movendo para ajudar no segundo cálculo. Vale ressaltar que mesmo que não seja requisitado pelo usuário saber sua localização, o sistema continuará calculando para melhorar a precisão.

3.3.3 Assistente de voz

O G2B (nome provisório do aplicativo) é, como dito anteriormente, um sistema voltado para o deficiente visual que consiste em guiá-los de um ponto a outro ajudando-os caso se percam. Esse sistema foi desenvolvido utilizando a IDE² *Android Studio* e sua interface é composta apenas por uma área clicável onde a pessoa toca na tela e dá um comando de voz.

Para a comunicação com o usuário, desenvolvemos um assistente pessoal chamado IGOR (*Indoor Guide for Orientation and Routes*, traduzindo, guia interno para orientação e rotas). Seu funcionamento interno é dado após o toque na tela. A pessoa terá três segundos para falar a instrução do que ela quer fazer. Este comando de voz é interpretado através da API³ da *Google Speech-to-text*⁴, essa API, como o próprio nome já diz em tradução literal, transcreve áudios, comandos de voz para texto (*strings*).

² IDE significa *Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

³ API significa *Application Programming Interface* que é um conjunto de códigos pré-prontos para desenvolvimento.

⁴ Disponível em: <https://cloud.google.com/speech-to-text/>

Figura 5. Trecho do código para configuração do reconhecimento de voz.

```

this.speechController = new SIT() {
    @Override
    public void onResults(Bundle bundle) {
        super.onResults(bundle);

        final ArrayList<String> palavras = bundle.getStringArrayList(
            SpeechRecognizer.RESULTS_RECOGNITION
        );

        String discurso = "";

        if (palavras != null) {
            discurso += palavras.get(0) + " ";
        }

        String s = ResponseProcess.process(discurso, wifilist, mwf, pathDrawer, getApplicationContext());
    }
}

```

Autoria Própria.

A imagem acima mostra como utilizamos a API para processar o comando de voz. Após os três segundos ouvindo o usuário, o método *onResults* é chamado as palavras ditas e transcrevidas do usuário ficam salvas no *ArrayList*⁵ “palavras”. Na última linha, enviamos os comandos de voz para a classe *ResponseProcess* e lá adicionamos um mapa com cada comando de voz aceitável e suas variações/sinônimos, essas informações são salvas em um arquivo XML (imagem xml). O arquivo XML também facilitará a tradução de linguagens dos comandos de voz futuramente.

A resposta do sistema para o usuário é dada por outra API da Google chamada *Text-to-speech*⁶ que faz o processo inverso da *Speech-to-text*, transcreve textos em palavras. Neste primeiro instante, o grupo utiliza esse sistema, entretanto, a voz é engessada de mais e, futuramente, buscaremos por alguém que grave os áudios de resposta.

Figura 6. Trecho do arquivo XML com as respostas e instruções aceitáveis pelo assistente.

```

<string name="soMuchPeopleDanger">Fique atento, há um grande fluxo de pessoas em sua trajetória.</string>
<string name="soMuchObsDanger">Fique atento, várias pessoas relataram obstáculos em sua trajetória.</string>

<string name="_default">Não consegui entender.</string>

```

Autoria Própria.

3.3.4 O melhor caminho

Um dos diversos comandos aceitáveis pelo nosso sistema é a pessoa perguntar o caminho até determinado local. Para isso, implementamos um sistema de rotas baseado, atualmente, no algoritmo de Dijkstra. Esse algoritmo é capaz de pegar pontos de um mapa

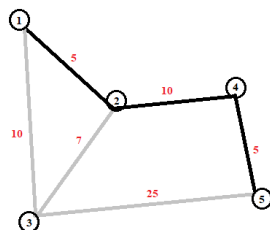
⁵ ArrayList é um vetor dinâmico da linguagem de programação Java

⁶ Disponível em:

<https://developer.android.com/reference/android/speech/tts/TextToSpeech>

ou grafo e retornar o menor caminho entre dois pontos (suas coordenadas e distância).
Abaixo está uma representação gráfica de como o algoritmo funciona:

Figura 7. A figura mostra que o menor caminho do ponto 1 ao ponto 5 passa pelos pontos 2 e 4.



Autoria Própria

Atualmente, o sistema consegue apenas mostrar o caminho, mas o próximo passo é guiar a pessoa até o destino dando comandos de voz similares aos do GPS como por exemplo “siga em frente por mais 2 metros, depois vire a direita”.

3.3.5 O sistema inteligente

Esta parte do sistema está na metade do processo e servirá, futuramente, para melhorar o sistema de rotas dando a melhor rota, com menos fluxo de pessoas e com menos obstáculos. Ela armazena as últimas coordenadas do usuário junto com o horário do sistema em que a coordenada foi registrada e, se houver conexão com a internet, enviará para o nosso servidor.

Para armazenar os dados é criado um banco de dados local (MySQL Lite) e após N coordenadas armazenadas, o aplicativo sincronizará com o servidor e enviará os dados para ele. O servidor foi programado utilizando a linguagem de programação PHP com a IDE *PHPStorm*⁷ e o banco de dados, atualmente, é feito em MySQL com o ambiente *MySQL WorkBench*⁸.

Esse sistema também servirá para levantamento de dados, na página do administrador possuímos uma interface que faz uma requisição aos dados do banco de dados e gera um mapa térmico com base na coordenada e horário. Para gerar o gráfico a partir dos dados vindos do banco de dados, o grupo utilizou a API em JavaScript que desenha mapas térmicos chamada *Chart & Graph*⁹.

⁷ Disponível em: <https://www.jetbrains.com/phpstorm/>

⁸ Disponível em: <https://www.mysql.com/products/workbench/>

⁹ Disponível em: <https://www.cssscript.com/category/categories/chart-graph/>

Abaixo uma imagem ilustrativa de como o sistema mostraria os gráficos, já que o mesmo ainda não foi lançado para o público:

Figura 8. Os pontos mais em vermelho representam os locais com maior fluxo de pessoas. Já os pontos mais em azul, representam os pontos com menor fluxo.



Autoria Própria.

Por fim, a última funcionalidade do sistema inteligente é o sistema de emergência. Se porventura o deficiente visual estiver em uma situação de risco ou sofrer algum tipo de acidente, bastará clicar na tela e dizer “socorro (nome da pessoa)”. Com isso, o sistema, tentará enviar uma mensagem para o servidor do projeto enviando sua posição e um dos representantes da equipe entrará em contato para ajudar. Depois de enviar o pedido de ajuda para o sistema, o aplicativo ligará para o número da emergência.

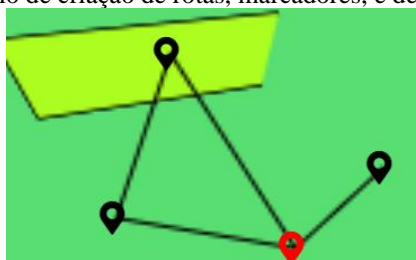
3.3.6 O mapeamento

O principal foco do trabalho é localizar, orientar e guiar um deficiente visual dentro de um ambiente fechado para que ele não se perca. Entretanto para guiá-lo precisam-se de pontos de referência, rotas e um mapa interno indicando, por exemplo, as salas de aula, banheiros, laboratórios, etc. Como não encontramos nenhuma ferramenta de mapeamento que fosse maleável o suficiente para gerar os dados que precisamos para nosso sistema, decidimos por dar início a criação da nossa própria ferramenta.

Nossa ferramenta, ainda em fase de desenvolvimento, traz uma interface simples para que qualquer pessoa que queira mapear um estabelecimento consiga fazê-la sem grandes problemas. Após o mapeamento o sistema gerará automaticamente todas as informações necessárias no formato que nosso aplicativo interpreta como as de rotas, locais onde cada sala esteja e informações de roteadores.

A ferramenta foi desenvolvida para *browsers* e foi programada utilizando a *framework*¹⁰ de *JavaScript* chamada *JQuery*¹¹, *PHP* e utiliza uma *framework* para os ícones chamada *Font Awesome*¹². Buscamos por simplificar a interface, à esquerda, encontramos um menu de ferramentas. A primeira ferramenta adiciona uma planta de “x” largura e “y” altura. Ao inserir a planta do estabelecimento algumas ferramentas irão aparecer, a segunda, com ícone de lápis, serve para desenhar, na planta no meio da tela, onde cada estabelecimento está. Ao fechar o desenho aparecerá um polígono colorido indicando, visualmente o lugar e também, à direita da tela, aparecerá, hierarquicamente, cada estabelecimento marcado e com dois cliques poderá alterar o nome do lugar. O terceiro e quarto ícones servem para adicionar marcadores de pontos de ligação e rotas que os interligam. O motivo para separar rotas dos pontos é que na hora de gerar as rotas, o algoritmo buscará os marcadores adicionado dentro da área demarcada e considerará como uma entrada/porta.

Figura 9. Exemplo de criação de rotas, marcadores, e demarcação de área.



Autoria própria.

Por fim, o último botão serve para exportar os arquivos. Existem três camadas sobrepostas na grade principal para organizar a exportação dos arquivos, cada camada é um *Canvas* de *JavaScript*. Ao finalizar a marcação, o sistema lerá cada informação dos *Canvas* e gerará um arquivo de texto. Com os dados do mapeamento prontos, bastará apenas colocá-lo no aplicativo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

O dispositivo apresentou uma “zona morta” no sistema de detecção, entre os sensores ultrassônicos, da forma que foram posicionados no mock-up. A falha possivelmente ocorreu devido ao formato dos sensores, bem como das pequenas

¹⁰ Framework são conjuntos de códigos com funções específicas para facilitar o desenvolvimento de aplicações.

¹¹ Disponível em: <https://api.jquery.com/>

¹² Disponível em: <https://fontawesome.com/>

imprecisões inerentes ao processo de construção. Essas imprecisões não podem ser corrigidas, pois para corrigi-las seria necessário colocar 3 sensores no mesmo ponto exato o que é fisicamente impossível. Não ocorreu sobreposição de sinal.

A partir do gráfico apresentado na Figura 14 é possível verificar que as medidas de sensores são imprevisíveis de 0 cm a 5 cm, e as medidas fora deste intervalo possuem uma margem de erro de 2 cm no sentido positivo. Como nosso projeto não necessita extrema precisão nas medidas de distâncias do obstáculo, esta margem de erro não é um problema nas medições.

A partir dos resultados do seguinte teste geramos o seguinte gráfico de erro de medidas do sensor ultrassônico Figura 10:

Figura 10. Gráfico de erro de dimensões do sensor ultrassônico.



Os testes de comprovação da fórmula para o câmpus com a constante “y” alterada apresentou uma boa precisão em todas as medidas em uma sala fechada. Como a equipe decidiu migrar para o *Android*, os testes de simulações que ocorreram em software apresentaram uma precisão de localização em 95% dos casos. Atualmente o grupo estuda um ambiente de teste ideal com sinais de roteadores controlados, para assim efetuar um teste do sistema na prática.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Ao final do processo de desenvolvimento, espera-se que o circuito esteja funcional e compacto dentro do modelo. O grupo cobiça que o design do dispositivo não seja desconfortável para o usuário e que os sensores funcionem sem interferência externa para captar a distância dos obstáculos e vibrar os motores. Espera-se também que o sistema de localização indoor esteja mais preciso e otimizado, ou pelo menos funcional em primeira instância, para que o grupo possa obter algum resultado.

Com o resultado da simulação, o sistema conseguiu definir a posição da pessoa com precisão em 95% dos casos. Entretanto, o grupo está na fase de estudo do melhor ambiente de teste para identificar pontos que o aplicativo deverá ser modificado, para então aprimorá-lo. Para aumentar a precisão do sistema durante o processo de identificação de objetos, o grupo projetou uma estrutura de base para os componentes do protótipo a partir de modelagem em software de desenvolvimento 3D, seguida de impressão 3D. Estudamos o uso do ESP8266 e ele trouxe algumas desvantagens como a necessidade de utilização de outros módulos para a comunicação do usuário com o dispositivo. Com mais módulos, precisa-se de mais portas no microprocessador, o que, como consequência, encarecerá o produto final e exigirá uma remodelagem, sendo necessário inclusive a troca do microprocessador. Para evitar a inserção de novos módulos, o grupo pretende migrar as funções que seriam do ESP8266 para um aplicativo para dispositivos móveis (*Android*). e busca aprimorá-las inclusive apresentando uma integração maior com o dispositivo impresso, como incluir um canal de comunicação direto entre os mesmos. A API “speech-to-text” apresentou precisão ao receber comandos e a resposta do aplicativo com a API “Text-to-Speech” tornou a resposta muito mais simples e rápida. Futuramente o grupo almeja coletar com precisão os dados de obstáculo para gerar dados para o sistema inteligente, além tornar a indicação da direção a ser seguida pelo dispositivo. Ao sistema de rotas deseja-se implementar um sistema de comandos para aplicativo indicar a direção deve ser seguida, com comandos do tipo “siga em 2 metros e após vire a esquerda”, “você está no seu destino”.

REFERÊNCIAS

- ABAADV. Associação Beira Agueira de Apoio ao Deficiente Visual. 2018.
- BADALO, C. A. de O. **O Papel Do Cão-Guia Como Facilitador Da Inclusão Da Pessoa Cega Na Sociedade: Mobilidade, Segurança, Interação Social E Qualidade De Vida.** 2014.
- BERSCH, R. **INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA ASSISTIVA.** [s.l.], 2017.
- Decreto 8953 - Altera o Decreto nº 7.963, de 15 de março de 2013, que institui o Plano Nacional de Consumo e Cidadania e cria a Câmara Nacional das Relações de Consumo.**[s.l.]:[s.n.],2017.Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D8953.htm>. Acesso em: 14/maio/18.
- BRUMER, A.; PAVEI, K.; MOCELIN, D. G. **Saindo da “escuridão”: perspectivas da inclusão social, econômica, cultural e política dos portadores de deficiência visual em Porto Alegre TT - Leaving "the shadows"; perspectives for social, economic, cultural and political inclusio**
- COHEN, L. G. et al. **Functional relevance of cross-modal plasticity in blind humans.** *Nature*, [s.l.], v. 389, nº 6647, p. 180–183, 1997.
- GLEICK, J. **A Informação: Uma história, uma teoria, uma enxurrada.** *Journal of Chemical Information and Modeling*, [s.l.], v. 53, nº 9, p. 1689–1699, 2013.
- KASTRUP, V. et al. **O aprendizado da utilização da substituição sensorial visuo-tátil por pessoas com deficiência visual: primeiras experiências e estratégias e metodológicas.** [s.l.], 2009.
- KOTARO, M. et al. **SpotFi: Decimeter Level Localization Using WiFi.** *Sigcomm 2015*, [s.l.], p. 269–282, 2015a.
- SpotFi.** In: *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Special Interest Group on Data Communication - SIGCOMM '15.* New York, New York, USA: ACM Press, 2015b.
- MARQUES, J. M. dos S. **Catálogo de entendimento de informações gráficas para cidadãos cegos.** [s.l.], 2017.
- RANGEL, M. L. et al. **Deficiência visual e plasticidade no cérebro humano.** [s.l.], v. 12, nº 1, p. 197–207, 2010.
- SÁ, E. D. **Acessibilidade: as pessoas cegas no itinerário da cidadania.** *Nossos Meios*, [s.l.], v. 24, 2003.
- SADATO, N. et al. **Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects.** *Nature*, [s.l.], v. 380, nº 6574, p. 526–528, 1996.
- SOARES, A. V. **A contribuição visual para o controle postural.** *370 Rev*, [s.l.], v. 18, nº 3, p. 370–379, 2009.