

BENGALA ELETRÔNICA COM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO BLUETOOTH E RFID PARA AUXÍLIO A DEFICIENTES VISUAIS

*Júlio Vinnicius de Amorim Macena – juliovinnicius94@gmail.com
Instituto Federal da Paraíba
Rua Bacharel Irenaldo de Albuquerque Chaves
58036460 – João Pessoa – Paraíba*

*Pedro Victor Eugênio de Souza – pvesouza@gmail.com
Instituto Federal da Paraíba
Rua Etelvina Macedo de Mendonça, 630
58040530 – João Pessoa – Paraíba*

*Cleumar da Silva Moreira – cleumarmoreira@gmail.com
Instituto Federal da Paraíba
Rua Gov. José Gomes da Silva, 533,
58042220 – João Pessoa – Paraíba*

*Fernanda Karoline Vasconcelos de Melo – fernandamelo.ifpb@outlook.com
Instituto Federal da Paraíba
Rua Economista Geraldo Targino da Silva, 219
58040530 – João Pessoa – Paraíba*

Resumo: Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma bengala eletrônica cujo objetivo é facilitar a locomoção de pessoas com deficiência visual pelos diversos ambientes do Instituto Federal de Educação da Paraíba. A maioria dos acidentes sofridos por deficientes visuais são devidos a obstáculos localizados acima da linha cintura, pois esses obstáculos não são identificados por uma bengala comum, além disso, a falta de mecanismos informativos como placas em Braille impossibilita o deficiente identificar ambientes de uso comum, salas de aulas e laboratórios sem ajuda de terceiros. Com base nas necessidades desse público foi desenvolvido um protótipo de uma bengala inteligente e de custo acessível que almeja a resolver esses problemas. A bengala desenvolvida neste trabalho possui dois sensores ultrassônicos para detecção de obstáculos acima da linha da cintura e um leitor RFID, cuja função é realizar a leitura de TAGs RFID localizadas nas portas de cada ambiente, e por fim, ela está equipada com comunicação Bluetooth para transmitir os dados dos ambientes a um smartphone Android, que por meio de um aplicativo informa ao usuário o nome do ambiente através de um sintetizador de voz.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva. Comunicação Bluetooth. Aplicativo Android. RFID

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o censo do IBGE de 2012, existem no Brasil mais de 6,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência visual e o Nordeste tem as maiores taxas de deficientes visuais. Os estados que apresentam os maiores níveis são o Rio Grande do Norte e a Paraíba com 27,76% e 27,58% respectivamente (IBGE,2012).

Muitos dispositivos de assistência à mobilidade foram desenvolvidos utilizando diferentes tecnologias. Como em Saaid *et. Al.* 2009 que desenvolveram um equipamento que usa Tags RFID que delimitam uma calçada e com a ajuda de uma bengala equipada com um leitor RFID mantém o usuário dentro dos limites estabelecidos pelas Tags. Embora este sistema seja muito eficiente em ambientes internos, ele não detecta obstáculos localizados acima da linha da cintura e possui um custo bastante elevado de instalação e manutenção, uma vez que um número elevado de Tags é necessário para que ele funcione.

Celestino e Abe desenvolveram uma bengala que utiliza ultrassom para detectar obstáculos, princípio de ecolocalização utilizado por morcegos, a bengala foi equipada com sensores de ultrassom e motores para provocarem vibração no punho no momento em que obstáculos são detectados. A bengala tem a capacidade de detectar obstáculos a distâncias de 0,05 e 1,5 m e alerta ao deficiente sobre obstáculos através de padrões vibratórios que variam de acordo com a distância entre obstáculo e paciente.

Farcy *et. Al.* 2006 desenvolveram o Tom Pouce, dispositivo que tem como objetivo detectar obstáculos em sua frente, através de emissores infravermelho e sensores ópticos. Os emissores enviam feixes infravermelhos e através da reflexão da luz os sensores detectam os feixes de luz detectando obstáculos entre 0.6m ate 3 metros, quando detectado o dispositivo alerta o deficiente através da vibração de motores. Sensores ópticos apresentam vantagens sobre sensores ultrasonicos, pois sensores ultrassom tem limitação na forma de onda, mas sensores ópticos apresentam dificuldades em ambientes com luz natural.

Outro projeto desenvolvido por Farcy *et. Al.* 2006, foi o Geotact é basicamente um sensor de GPS, a principal diferença de outros dispositivos é a forma como a informação é comunicada ao usuário. Sensores inerciais são usados para reduzir os efeitos da degradação da informação GPS em ruas com prédios altos. O sistema só fala a pedido e diz, por exemplo, "2 horas e 160 metros". Ele não indica se há um caminho direto entre dois pontos e o usuário tem que decidir sua própria rota para alcançar o destino.

O desenvolvimento de uma bengala que possua comunicação com smartphones, apresente suporte a NFC para ler informações contidas em TAGs e sensores ultrasonicos para detecção de obstáculos acima da linha da cintura integraria todas as soluções em um único objeto, o que facilitaria a aquisição do objeto e reduziria o custo de acesso aos deficientes visuais, já que esse público sofre muitas vezes por falta de emprego e dependência financeira.

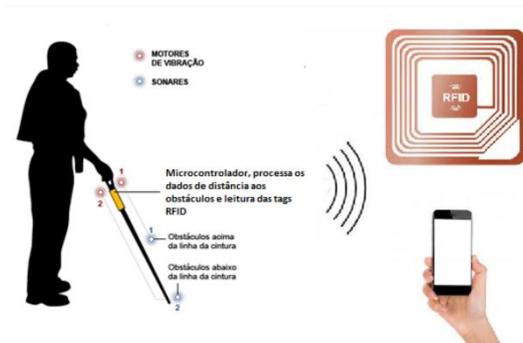
Com base no que foi apresentado na literatura será desenvolvida uma bengala inteligente que possibilite aos portadores de deficiência visual, alunos do IFPB – Campus João Pessoa, detectar obstáculos e localizar ambientes de uso comum como: salas de aula, laboratórios e banheiros.

O equipamento vai utilizar a tecnologia RFID (Radio Frequency Identification), sensores ultrassônicos, alertas vibratórios e um sistema de comunicação Bluetooth para comunicar-se com um smartphone Android, a fim de informar ao usuário, por meio de mensagens de voz, o nome dos ambientes do Instituto e proporcionar mais liberdade para os deficientes visuais ao transitar pelos diversos ambientes do Campus do IFPB.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento desse projeto foi dividido em duas partes, o *hardware* e *software*. A Figura 1 ilustra o diagrama do sistema que contém a bengala equipada com sensores de ultrassom, leitor RFID, motores de alerta vibratório e comunicação Bluetooth com um telefone Android.

Figura 1 – Etapas gerais do projeto.

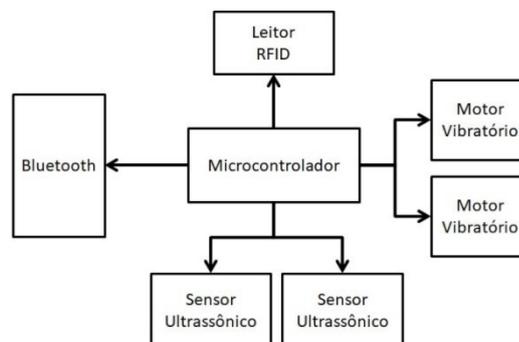


Fonte: acervo do autor.

2.1 O Hardware

A Figura 2 apresenta o diagrama de blocos do *hardware* da bengala. O sistema realiza a detecção de obstáculos por meio dos sensores de ultrassom, faz a leitura das informações dos ambientes contidas nas TAG's RFID e as transmite a um *smartphone* Android que disponibiliza essas informações em mensagens de áudio, para que o usuário saiba o nome do ambiente sem a necessidade de tatear a porta ou pedir ajuda a uma terceira pessoa.

Figura 2 – Diagrama de blocos do hardware.

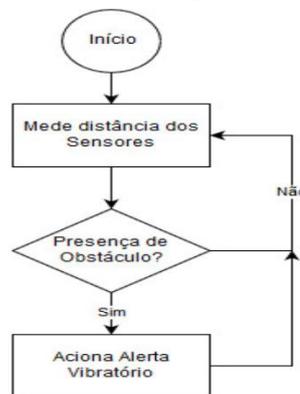


Fonte : acervo do autor.

O microcontrolador é o centro de controle do *hardware* da bengala. Ele tem as funções de controlar e verificar as respostas dos sensores de ultrassom, os quais são responsáveis pela detecção de obstáculos, além disso, a partir da resposta dos sensores de ultrassom o microcontrolador desenvolve o padrão vibratório para alertar o deficiente sobre a presença de obstáculos à frente.

Ao compartilhar, o módulo recebe o pacote de dados enviados pelo Smartphone através do aplicativo que repassa o mesmo ao microcontrolador, que por sua vez executa a ação pré-programada. Paralelamente, o microcontrolador verifica se ocorreu uma interrupção devido à leitura de uma TAG RFID. Em caso de interrupção por leitura da TAG, os dados recebidos são lidos e enviados via Bluetooth para o *smartphone* que converte esses dados em uma mensagem de áudio. A Figura 3 representa o a execução da tarefa principal da bengala.

Figura 3 – Tarefa Principal do Firmware.



Fonte: acervo do autor.

A tarefa principal da bengala é realizar a varredura do ambiente a frente do deficiente para garantir a segurança dele. Como as tarefas de comunicação com o *smartphone* e com as TAG's RFID, são menos recorrentes foram introduzidas por meio de interrupção. A tarefa de recepção de dados via Bluetooth está lustrada na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma de recebimento de dados do smartphone.

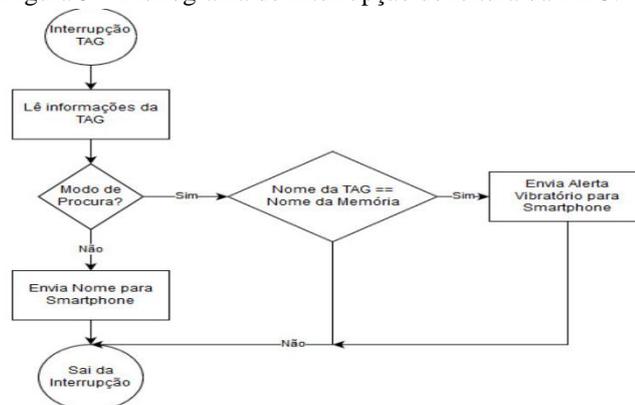


Fonte: acervo do autor.

A rotina de interrupção por recepção de dados pelo *smartphone* ocorre quando o deficiente insere um comando por voz no *smartphone*. Esse comando é traduzido em mensagem e enviado a bengala que salva esse comando e entra em modo de procura pelo ambiente. Neste modo, a bengala apenas gera um alerta vibratório quando as informações recebidas da TAG coincidem com as recebidas pelo comando de voz.

A rotina que é responsável por fazer a leitura do ambiente está descrita na Figura 5. O microcontrolador recebe os dados e verifica em que modo de operação a bengala está. Se ela estiver em modo de busca específica por um ambiente, o alerta somente será emitido caso o nome da TAG seja o mesmo que o recebido pela comunicação Bluetooth. Em caso de a bengala estar em modo exploratório, os nomes das TAG's são enviados ao *smartphone* e são revelados ao deficiente por meio de áudio.

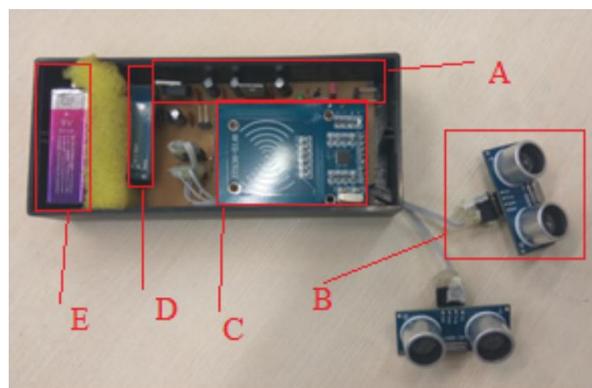
Figura 5 – Fluxograma de Interrupção de leitura da TAG.



Fonte: acervo do autor.

A Figura 6 apresenta o hardware da bengala.

Figura 6 – Hardware da Bengala Eletrônica. A) Circuito Alimentador; B) Sensor Ultrassônico; C) Modulo RFID; D) Modulo Bluetooth; E) Alimentação.



Fonte: acervo do autor.

2.1.1 Circuito Alimentador

O circuito alimentador tem como função fornecer tensão a todo o hardware. Ele possui como fonte de tensão uma bateria de 9V, um diodo de proteção e dois reguladores de tensão um de 5V e outro de 3.3V. O regulador --- serve para regular a tensão de 9V para 5V e então alimentar componentes como sensores ultrassônicos, módulo bluetooth e vibracalls. Já o

regulador serve para regular a tensão de 5V para 3.3V e então poderemos alimentar o leitor RFID.

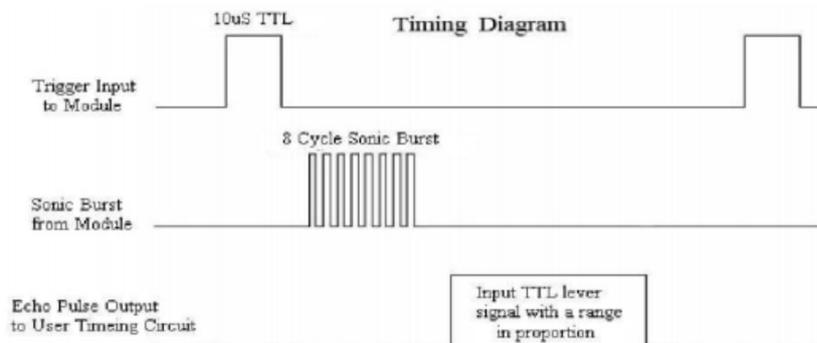
2.1.2 Sensor Ultrassônico

O sensor ultrassônico utilizado foi o HC-SR04 e ele tem como principal função detectar obstáculos entre 2 cm e 4 m. Ele pode ser alimentado por 5V e possui 4 pinos, o de Vcc, o GND, o trigger e o echo. O seu funcionamento consiste em enviar um sinal sonoro (trigger) e então calcular o tempo do retorno desse mesmo sinal (echo). Com base nesse tempo calcula-se a distância.

Como mostrado na Figura 7 primeiro envia-se um pulso de 10µs indicando o início da transmissão, em seguida o módulo irá enviar 8 ciclos de ultrassom a 40 KHz e então será aguardado o retorno do sinal, enquanto não há retorno o sinal de echo fica em nível alto, ficando em nível baixo apenas após o retorno. Esse tempo em que o sinal de echo fica alto é utilizado para se calcular às distancias pela Equação (1).

$$d = \frac{(t(\text{nível alto}) \times 340 \text{ m/s})}{2} \quad (1)$$

Figura 7 – Funcionamento do HC-SR04



Fonte: acervo do autor.

2.1.3 Modulo RFID

O modulo RFID são compostos por basicamente dois componentes, as etiquetas que são comumente chamadas de tags ou transponders, e o dispositivo de leitura que é composto pelo leitor e antena.

As tags são responsáveis por armazenar e transmitir dados para o dispositivo de leitura. Elas são subdivididas em três grupos, ativas, passivas e as semi-passivas. As tags ativas possuem uma bateria interna e um transmissor, portanto o alcance pode chegar a alguns quilômetros. As tags passivas não necessitam de alimentação interna, sua energia vem do próprio sistema de leitura, através da indução eletromagnética ou campo eletromagnético, tem um alcance de no máximo 5 metros. As tags semi-passivas tem uma fonte de alimentação interna apenas para a recepção de dados, seu alcance pode chegar a até 100 metros.

O leitor RFID é o responsável pela comunicação com as tags através de uma antena, sua principal função é energizar a tag, passiva ou semi-passiva, para que ela consiga enviar os seus dados e retransmiti-los para um computador e ainda também gravar dados nas tags.

2.1.4 Modulo Bluetooth

A comunicação via bluetooth já vem sendo muito utilizada, desde os fone de ouvido, até quando precisamos enviar arquivos. O modulo bluetooth utilizado para se fazer a comunicação com o smartphone do usuário foi o HC-06, fabricado pela KEYES, é um hardware simples e intuitivo. Possui quatro pinos: GND e VCC para a alimentação de 5V e RX e TX para a transmissão de dados, esse modulo opera apenas no modo escravo, isso é, ele permite que outros dispositivos se conectem a ele, mas não permite que ele próprio se conecte a outros dispositivos bluetooth. O pino de RX desse modulo só pode ser alimentado por uma tensão de 3.3V e como o microcontrolador trabalha com 5V foi necessário fazer um divisor de tensão.

2.2 O Software

O software para o telefone foi desenvolvido em linguagem de programação Java. O aplicativo tem como objetivo informar ao deficiente o que foi lido nas TAGS rfid, por meio da emissão de um sintetizador de voz do Android. A Figura 8 mostra o fluxograma do funcionamento do aplicativo.

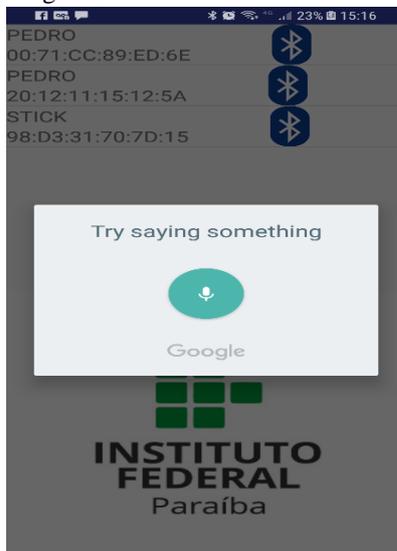
Figura 8 – Fluxograma do Funcionamento do Aplicativo



Fonte: acervo do autor.

O aplicativo possui duas telas, a tela de seleção e a tela de monitoramento. Na tela de seleção o aplicativo, o aplicativo espera que seja selecionado qual o bluetooth ele irá se conectar também existe a opção de comando de voz, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Tela de Monitoramento



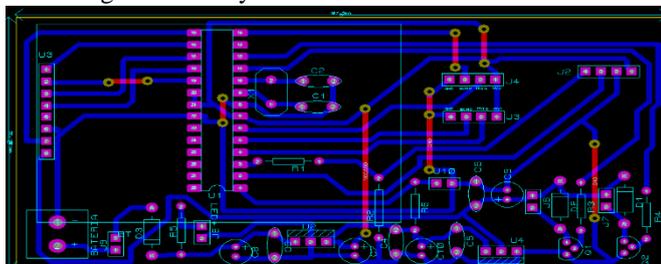
Fonte: acervo do autor.

Após aplicativo parer com a bengala ele irá para outra tela, que é a tela de monitoramento. Nesta tela o aplicativo entra no modo de aguardo onde ele espera que seja enviado alguma informação da leitura das TAGS rfid para que possa enviar a mesma para o deficiente.

3 RESULTADOS/CONSIDERAÇÕES

O primeiro protótipo foi feito em uma protoboard, e após ter sido realizado os testes e termos obtidos resultados satisfatórios, iniciamos a montagem circuito impresso (PCI) visando testes do projeto já com a bengala. O programa utilizado para desenhar o layout da PCI foi o Ares ela foi desenhada em face única e possui dimensões de 10x5cm² como mostra a Figura 10, após testes a PCI apresentou resultados esperados.

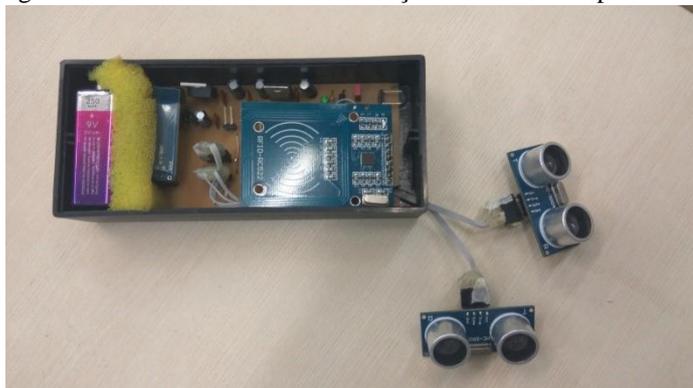
Figura 10 – Layou da PCI desenvolvido no Ares



Fonte: acervo do autor.

Depois de pronta a placa foi inserida em um compartimento com pode-se ver na Figura 11, com dimensões de 14x6x3cm³, tendo os sensores posicionados na parte exterior e os vibracalls na parte inferior do compartimento.

Figura 11 – PCI e bateria de alimentação dentro do compartimento



Fonte: acervo do autor.

Foram realizados testes com a intenção de analisar a eficiência dos sensores ultrassônicos, foi utilizado 3 tipos de obstáculos: uma caixa, uma cadeira e uma pessoa, os testes foram realizados para obstáculos imóveis, o resultado são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Média, desvio padrão e erro de teste

Cadeira					
	10cm	50cm	100cm	150cm	200cm
Média	9,93cm	49,4cm	101,9cm	150,8cm	202,4cm
Desvio Padrão	0,4	0,27	0,277	0,87	0,79
Erro	0,07cm	0,6cm	1,9cm	0,8cm	2,4cm
Caixa					
	10cm	50cm	100cm	150cm	200cm
Média	9,03cm	50,75cm	99,51cm	151,48cm	194,07cm
Desvio Padrão	0,41	0,39	0,22	0,47	25,37
Erro	0,97cm	0,75cm	0,49cm	1,48cm	5,93cm
Pessoa					
	10cm	50cm	100cm	150cm	200cm
Média	11,69cm	51,35cm	99,92cm	151,35	147,61cm
Desvio Padrão	0,425	24,6	0,545	24,6	86,636
Erro	1,69cm	1,35cm	0,08cm	1,35cm	52,39cm

Como mostra a Tabela 1 os resultados são excelentes para obstáculos imóveis, mas menor inclinação, movimento pode levar os sensores ultrassônicos a perder o sinal mostrando valores com índice de erro.

4 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Esse trabalho apresentou um protótipo de bengala eletrônica com tecnologia assistiva, denominada bengala eletrônica como comunicação bluetooth e RFID para auxílio de deficientes visuais. O modelo proposto tem um dispositivo controlado por um microcontrolador, que alerta o portador da existência de um obstáculo, através de motores vibracalls, e também é capaz de fazer uma leitura de qual o ambiente, através da tecnologia RFID e informar ao portador via smartphone através de uma comunicação bluetooth.

A principal contribuição deste foi criar um dispositivo que auxiliasse deficientes visuais e ainda informar ao mesmo em qual ambiente ele se encontra.

Como trabalhos futuros pretende-se um cartão de acesso que tem como objetivo mapear o ambiente do IFPB campus João Pessoa.

5 REFERÊNCIAS

1. IBGE. **Pessoas com Deficiência. Cartilha do Censo 2010.**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília , DF, Brasil: SDH-PR/SNPD. 2012.
2. MOHAMMAD FARID SAAID, I. I. M. Z. H. N. Radio Frequency Identification Walking Stick (RFIWS): A Device for the Blind. **5th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA)**, 2009.
3. CELESTINO, U. . &. A. J. Dispositivo Eletrônico para Auxílio na Locomoção de Deficientes Visuais e/ou Auditivos Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial. **INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção**. 11-20.
4. RENÉ FARCY, R. L. A. J. R. D. C. G. A. Z. **ELECTRONIC TRAVEL AIDS AND ELECTRONIC ORIENTATION AIDS FOR BLIND PEOPLE: TECHNICAL, REHABILITATION AND EVERYDAY LIFE POINTS OF VIEW**. Conference & Workshop on Assistive Technologies for People with Vision & Hearing Impairments Technology for Inclusion. [S.l.]: M.A. Hersh. 2006. p. 12.

Electronic stick equipped with Bluetooth and RFID communication for visually impaired people aid

Abstract: *In this work is presented the development of an electronic stick whose objective is make visually impaired people locomotion through indoor environments easier. The majority of accidents suffered by visually impaired people are due to obstacles located above the waist line height, because these obstacles are not identified by conventional sticks, besides that, lack of informative mechanisms such as boards written in Braille prevents blind people identify common use rooms such as classrooms and laboratories without help. Due to the needs of this public a smart cane prototype was developed with accessible cost that aim for solve these problems. The cane developed in this work has two ultrasonic sensors for obstacle detection above the line waist and a RFID reader whose function is read RFID TAGs onto the rooms doors and send data by Bluetooth communication to an Android smartphone which tells the user the room name using an application with synthesized voice.*

Key-words: *Assistive Technology, Bluetooth Communication, Android Application. RFID.*