

Instrumento de Medição para Pessoas com Deficiência Visual

Rafael C. Carvalho¹, Ysaac F. F. Cerqueira², Camila S. Oliveira³, João L. C. Carvalho⁴

Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) – Feira de Santana, BA – Brasil

¹rafaelbrasilht@gmail.com, ²ysaacfcerqueira@hotmail.com, ³kamilasoliveira@hotmail.com, ⁴joao.luiz@ufrb.edu.br

Resumo. *Estima-se que mais de 580 mil pessoas possuem deficiência visual no Brasil. Apesar do surgimento de diversas tecnologias de apoio a pessoas com deficiência, denominadas Tecnologias Assistivas, aqueles que possuem deficiência visual ainda enfrentam diversas limitações em atividades da vida diária. Este trabalho se concentra no desenvolvimento de um instrumento de medição de comprimento adaptado para que pessoas cegas ou com baixa visão possam obter medidas de comprimento de forma autônoma. Utilizando sensores analógicos, uma fita retrátil e um circuito vocalizador integrados em plataforma microcontrolada comum, foi desenvolvido um protótipo que possui custo relativamente baixo e precisão razoável (menor que 3 mm) obtida nos testes realizados.*

Abstract. *It is estimated that more than 580 thousand people have visual impairment in Brazil. Despite the emergence of various technologies to support people with disabilities, called Assistive Technologies, those with visual impairment still face several limitations in activities of daily living. This work focuses on the development of an adapted length measuring instrument so that blind or low vision people can obtain length measurements in an autonomous way. Using analog sensors, a retractable tape and a vocal circuit integrated in a common microcontrolled platform, a prototype was developed that has relatively low cost and reasonable precision (less than 3 mm) obtained in the tests performed.*

1. Introdução

Considerando os dados do censo de 2010 do IBGE [Oliveira, 2012], estima-se que cerca de 24% dos mais de 200 milhões de habitantes no Brasil possuem algum tipo de deficiência. Destes, pouco mais de 6,5 milhões são cegos ou possuem baixa visão. Apesar do número elevado, a participação deste grupo de pessoas em atividades sociais ainda é reduzida, dadas as limitações de locomoção e comunicação que o meio social os impõe. O desenvolvimento de tecnologias que promovam a autonomia para pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, denominadas Tecnologias Assistivas, ou TA [Brasil, 2009], se tornaram essenciais.

Tipicamente, cada recurso de TA é capaz de mitigar os efeitos de um tipo de deficiência ou permitir a autonomia do indivíduo em uma Atividade da Vida Diária (AVD) específica. Existem diversas situações em que a pessoa com deficiência visual não consegue realizar uma tarefa de maneira autônoma, e obter as medidas de comprimento é uma delas. Para medir de forma precisa o comprimento de uma mesa ou

a altura de uma máquina de lavar, por exemplo, a pessoa cega ou com baixa visão necessita de um recurso de TA ou do auxílio de outra pessoa.

As Tecnologias Assistivas relacionadas à obtenção de medidas de distância por cegos e pessoas com baixa visão são exploradas pela literatura – e também pelo mercado – há algum tempo. Algumas soluções nesse sentido estão disponíveis, como a Régua da Inclusão [Mafrá et al, 2012], a *Talking Tape Measure* [Colbot Systems, 2019], a Fita Métrica Adaptada e a Régua Comum Adaptada [Maurício et al, 2009]. Por outro lado, estes instrumentos possuem limitações que podem torná-los menos interessantes. O uso das réguas está restrito a objetos de pequenas dimensões, enquanto a fita métrica pode demandar um tempo maior de manuseio. Já a *Talking Tape Measure*, que informa as medidas em voz, tem um custo elevado e não reproduz em língua portuguesa.

Considerando estes fatores, este trabalho surge como uma alternativa às soluções disponíveis. O objetivo foi desenvolver um recurso de TA que auxilie a pessoa com deficiência visual a obter medidas de comprimento. Para isso, foi desenvolvido o protótipo de uma trena eletrônica que vocaliza medidas de até 1,5 m, em português, com precisão menor que 3 milímetros. A solução é funcional, apresenta custo relativamente baixo e pode ser reproduzido com poucos recursos e ferramentas, o que evidencia o seu impacto social. Este texto apresenta, na sessão 2, a metodologia utilizada no desenvolvimento do protótipo. A sessão 3 apresenta detalhes sobre a confecção, testes e resultados. Por fim, a sessão 4 descreve as conclusões deste trabalho e esboça os passos futuros a serem desenvolvidos no projeto.

2. Metodologia

Este trabalho se concentra no desenvolvimento de um instrumento de medição de comprimento com interface de áudio, visto que na grande maioria dos instrumentos a medida é obtida visualmente., Considerando a grande disponibilidade de recursos de hardware programável nos dias atuais, a proposta deste trabalho foi desenvolver um protótipo de baixo custo que apresenta uma medição de comprimento por voz, em língua portuguesa, com precisão razoável, utilizando a plataforma eletrônica de código aberto Arduino Uno [Arduino, 2019]. O instrumento deve “falar” a medida obtida em metros, centímetros e milímetros.

O instrumento possui uma fita retrátil, que deve ser estendida ao longo do corpo que se deseja medir, da mesma forma que se opera uma trena comum. A equipe deste projeto considerou, inicialmente, o uso de um sensor de rotação, também chamado de *encoder*, para computar a medição. Dessa forma, a fita seria enrolada neste encoder e o número de voltas poderia indicar o comprimento da fita parte da estendida. Entretanto, testes realizados sugeriram que a margem de erro seria alta e acumulativa, na proporção do comprimento a ser medido.

A segunda alternativa foi utilizar um par de sensores óticos de detecção de obstrução. Nessa abordagem, a fita deve conter furos, e a passagem desses furos diante do par de foto sensores poderia indicar a direção e o deslocamento da fita. O sensor utilizado, que tem o nome comercial ST-150, é composto por um Diodo Emissor de Luz infravermelha (LED) e um foto sensor, distantes 5 mm entre si. A Figura 1 ilustra os dois sensores óticos, em formato de “U”, e a fita perfurada, em tom de cinza escuro, com 4 estados possíveis durante o funcionamento: Fechado/Aberto (FA), Aberto/Aberto (AA), Aberto/Fechado (AF), Fechado/Fechado (FF).

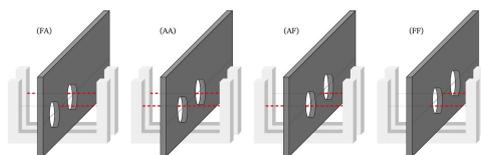


Figura 1 – posições da fita perfurada perante os dois sensores de obstrução.

Os furos possuem 5 mm de diâmetro e se encontram a cada centímetro da fita, alinhados a aproximadamente 4mm de uma das margens da fita. Conseqüentemente, a borda dos furos estão distantes 5 mm entre si. Nesta configuração, dentro de cada centímetro da fita os sensores devem passar pelos 4 estados possíveis: FA, AA, AF e FF. Esta configuração permite que se obtenha medidas de até $\frac{1}{4}$ de precisão, ou seja, 0,25 cm. A Figura 2 mostra a fita perfurada utilizada para este projeto, introduzida no corpo de uma trena comum, que por sua vez teve sua fita metálica removida. Este protótipo possui uma fita perfurada de 1,5 m.



Figura 2 – Vista da fita perfurada dentro do corpo da trena.

O microcontrolador do instrumento deve observar as mudanças de estados dos sensores analógicos e realizar a contagem dos incrementos ou decrementos ao comprimento da fita estendida. A máquina de estados ilustrada na Figura 3 indica que quando os estados transicionam no sentido horário, a fita está sendo estendida, e está sendo retraída quando no sentido anti-horário. Cada transição de estado representa um incremento de $\pm 2,5$ mm. Dado que o instrumento não reproduz as medições menores que 1mm, considera-se a margem de erro de 3mm.

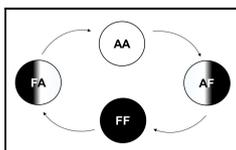


Figura 3 – Máquina de Estados dos sensores óticos.

Os sensores óticos indicam a passagem do feixe de luz através da tensão no foto sensor. Este valor analógico é quantizado pelo Arduino e mapeado em um intervalo entre 0 e 1023. A fim de evitar efeitos transitórios indesejados, definiu-se que o sensor está obstruído quando apresentar valores inferiores a 400, e desobstruído para valores superiores a 600.

O estado dos sensores é continuamente monitorado, e incrementos ou decrementos na distância computada são realizados em cada transição de estado. Quando o usuário pressiona um botão, o Arduino computa o valor de comprimento obtido, converte em metros, centímetros e milímetro e envia mensagens para o módulo de reprodução de áudio, o DFPlayer Mini [DFRobot, 2019], para realizar a vocalização da medida. O DFPlayer Mini é um módulo MP3 de baixo custo que reproduz arquivos de áudio armazenados em um cartão de memória. O Arduino se comunica com este módulo através de uma comunicação serial, informando qual arquivo deve ser reproduzido.

Para este projeto, foram gravados no cartão de memória 34 arquivos em formato MP3, com a reprodução das unidades e dezenas dos valores de medida, assim como a reprodução das palavras “metro(s)”, “centímetro(s)”, “milímetro(s)” e a conjunção “e”. Os arquivos foram gerados por um conversor de texto para MP3 [Pierson, 2019]. Um alto falante de baixa potência conectado ao módulo MP3 realiza a reprodução do som. A Figura 4 ilustra o diagrama do circuito completo, com o DFPlayer Mini à esquerda e os sensores ST-150 à direita. O Arduino e a matriz de contatos (*protoboard*) ao centro conecta todos os elementos.

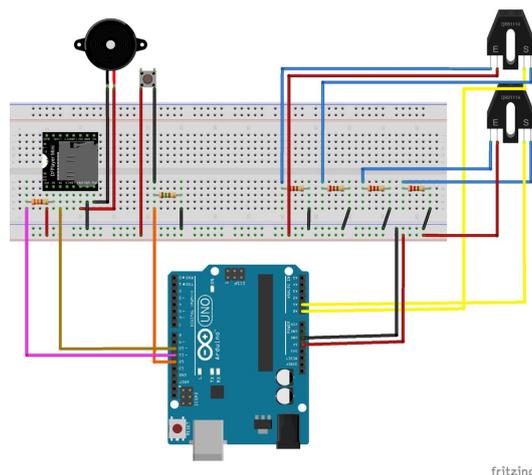


Figura 4 – Diagrama do circuito.

3. Resultados e discussão

O protótipo do instrumento de medição foi totalmente desenvolvido pela equipe do projeto, bem como o *software* que realiza a computação no Arduino. Bibliotecas de código aberto para realizar a configuração e a interação com o DFPlayer Mini estão disponíveis gratuitamente na internet e viabilizaram o rápido desenvolvimento do código-fonte. Os componentes utilizados para montagem do circuito resultaram em um projeto relativamente barato, considerando que foram adquiridas poucas unidades e não houve produção e em escala do instrumento. O Quadro 1 relaciona os itens adquiridos e seus respectivos custos. É válido ressaltar que, em grande volume, o projeto do instrumento de medição pode ser otimizado e o custo de R\$ 146,00 apresentado pode ser drasticamente reduzido.

Quadro 1: Custo por item dos materiais utilizados na confecção do protótipo.

Produto	Quantidade	Custo por unidade
Placa Arduino UNO	1	R\$ 43,00
Fios para conexão (<i>jumpers</i>)	20	R\$ 0,50
Matriz de contatos (<i>protoboard</i>)	1	R\$ 10,00
Módulo de reprodução em MP3 DF Player Mini	1	R\$ 22,90
Cartão de memória SD	1	R\$ 20,00
Sensor ST 150	2	R\$ 2,00
Botão (<i>push button</i>)	1	R\$ 0,50
Alto-falante	1	R\$ 5,00
Trena (corpo)	1	R\$ 18,00
Fita métrica	1	R\$ 5,00
Resistores	5	0,10
Bateria de 9V	1	R\$ 7,00
Total:		R\$ 146,00

Pelo fato de ser apenas um protótipo desenvolvido por estudantes, parte da construção do instrumento foi artesanal. Os elementos do circuito foram dispostos longitudinalmente em um lastro de madeira e fixados com cola, conforme mostra a Figura 5. A bateria de 9V não está presente na imagem porque os testes foram realizados utilizando um computador para depuração.

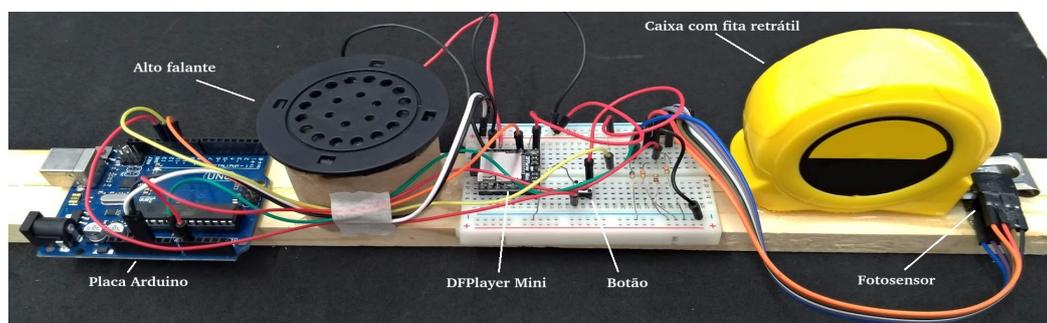


Figura 5 – Protótipo do instrumento.

O equipamento apresentou um comportamento dentro das expectativas, quando operado de maneira controlada. Durante os testes, foram realizadas medições entre 15cm e 120cm, utilizando uma trena comum para comparação. Em 70% das vezes a medição obtida esteve entre os 3 mm de margem de erro esperada. Por outro lado, visto que a versão atual do protótipo não possui uma guia para alinhamento da fita sob os sensores, em alguns testes realizados a fita saiu do seu curso normal ou dobrou-se, interferindo na correta transição de estados dos sensores. Além disso, em alguns testes, a equipe supôs que a fita perfurada passou com uma velocidade maior do que o algoritmo no Arduino podia acompanhar, na hipótese de que algumas transições de estados não puderam ser detectadas.

4. Conclusão e Trabalhos Futuros

O protótipo desenvolvido apresentou um resultado dentro das expectativas da equipe. Considerando o custo de desenvolvimento e as ferramentas utilizadas, os testes sugeriram que a construção do instrumento é viável. A margem de erro de 3 mm é considerada satisfatória, mas pode ser reduzida por meio de adaptações ao projeto. As falhas encontradas durante os testes, conforme mencionado anteriormente, se devem a pequenas limitações técnicas e de material, que podem ser superadas em etapas posteriores de melhoramento e otimização do projeto.

Os principais ajustes a serem realizados se concentram na adequação do deslocamento, a fim de garantir que os furos não estejam desalinhados em relação aos sensores e que velocidade de deslocamento não seja prejudicial, investindo na otimização do algoritmo ou limitando a velocidade de deslocamento da fita. Além disso, considerando que os furos foram feitos manualmente, é possível que haja pontos de desalinhamento dos furos. Neste caso, a construção automatizada da fita pode eliminar este efeito.

Futuramente, os componentes deste instrumento podem ser transferidos para uma placa de circuito impresso e encapsuladas em uma carcaça plástica que pode reduzir consideravelmente o seu tamanho. Neste caso, seria possível realizar testes com pessoas com deficiência visual, o que possibilitaria a plena validação do instrumento. Observa-se, ainda, que as características deste projeto torna-o um recurso de TA até então indisponível, agregando-lhe um caráter inovador.

5. Referências

- ARDUINO. (2019) “Arduino”, www.arduino.cc, Abril.
- Brasil. (2009) Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. “Tecnologia Assistiva”. Brasília: CORDE, 2009.
- COBOLT SYSTEMS. (2019) “Talking Tape Measure”, www.cobolt.co.uk/products/index/talking-tape-measure, Fevereiro.
- DFROBOT. (2019) “DFPlayer - A Mini MP3 Player For Arduino”, www.dfrobot.com, Abril.
- Mafra, E., Macedo, M., Batiz, E. C. (2012) “A régua da inclusão no processo de aprendizagem de pessoas com deficiência visual”. In: 2º Congresso de Engenharia de Produção da Região Sul. Joinville – SC.
- Maurício, H. F., Garcia, J. M. G., Hahn, M. M., Waltrick, M. S. S., Schutz, R. S. (2009) “Materiais Pedagógicos Adaptados da Fundação Catarinense de Educação Especial”. São José, SC: FCEE
- Oliveira, L. M. B. et al. (2012) “Cartilha do Censo 2010–Pessoas com deficiência”. Brasília: SDH-PR/SNPD, p. 17.
- Pierson, Nick. (2019) “Sound of Text”, soundoftext.com, Abril.