

PROTÓTIPO PARA GUIAR ATLETAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL EM TRAJETÓRIA RETILÍNEA *PROTOTYPE FOR A GUIDE OF ATHLETES WITH VISUAL DEFICIENCY IN RETILINE TRAJECTORY*

MOISÉS PEREIRA BASTOS¹; GABRIEL TADAYOSHI RODRIGUES OKA²; LUIZ ALBERTO QUEIROZ
CORDOVIL JUNIOR²; ANA CAROLINA OLIVEIRA LIMA²

1 – UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS (UEA); 2 – UNIVERSIDADE NILTON LINS
moises_bastos@hotmail.com; oka.gabriel@gmail.com; luiz_cordovil@hotmail.com; ana.lima.leal@gmail.com

Resumo – A inserção de pessoas com deficiência física ou mental nas mais diversas áreas é uma realidade cada vez mais presente na sociedade moderna. É natural perceber também este acréscimo em práticas esportivas. Com isso, neste artigo é apresentado o desenvolvimento de um protótipo criado para guiar atletas com deficiência visual em trajetória retilínea no intuito de fornecer mais independência tanto em treinamentos quanto em competições. Para o desenvolvimento do mesmo foi utilizado um chip MPU-6050 (acelerômetro e giroscópio), arduino UNO e dispositivos atuadores. Diversos testes efetuados utilizando o protótipo final confirmaram que o atleta com deficiência visual conseguiu executar uma marcha lenta em trajetória retilínea com sucesso.

Palavras-chave: Protótipo. Tecnologia Assistiva. Eletrônica.

Abstract - The insertion of people with physical or mental disabilities in the most diverse areas is an increasingly present reality in modern society. It is natural to notice this addition in sports practices. Thereby, in this article we present the development of a prototype created to guide the visually impaired athletes in rectilinear trajectory in order to provide more independence in both training and competitions. For the development of the same was used a chip MPU-6050 (accelerometer and gyroscope), arduino UNO and actuating devices. Several tests using the final prototype confirmed that the visually impaired athlete was able to perform a slow trajectory with a successful rectilinear trajectory.

Keywords: Prototype. Assistive Technology. Electronics.

I. INTRODUÇÃO

O Esporte Paralímpico é um segmento desportivo relativamente recente (datado de 1940) com a necessidade inicial de promover a inclusão social de soldados lesionados durante a Segunda Guerra Mundial. Na América Latina esta prática teve início na década seguinte. No contexto atual, os eventos paralímpicos tem destaque cada vez maior com o aumento de praticantes de esportes, melhores resultados em termos de desempenho dos atletas, inclusão de tecnologia às modalidades atléticas, aumento no número de patrocinadores e no número de espectadores (MELLO; RODRIGUES; ALVES, 2014).

Na prática desportiva por pessoas com deficiência visual deve-se considerar os fatores relacionados à substituição sensorial e monitoramento. Esses fatores devem estar de acordo com o conceito de acessibilidade que consiste, em fornecer condições para a utilização, segurança, autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e

equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida segundo o Decreto nº 5.296 de 02/12/2004 (UNIÃO, 2004).

Diversos autores relatam os benefícios da prática desportiva para pessoas com algum tipo de deficiência. Monteiro (1999) realizou um experimento com vinte e quatro cegos, divididos em praticantes e não praticantes e constatou que os praticantes se mostraram com melhor orientação espacial e melhor conhecimento do próprio corpo. Pereira (2013) constatou que a prática do esporte de alto rendimento foi um instrumento importante no cotidiano de atletas do Instituto Benjamin Constant no Rio de Janeiro, resultando na melhoria da autoestima e na motivação.

Neste contexto foi desenvolvido um protótipo que visa autonomia e independência para os atletas com deficiência visual, podendo contribuir para o esporte, principalmente, no que se refere à sistemas de monitoramento, análise e atuação, de modo a permitir, no caso da corrida de paratletismo, tratativas de acessibilidade. É evidente que quando se trata esta prerrogativa, questões relativas à segurança são consideradas, as quais, aludem a limitação do indivíduo pela ausência do sentido da visão.

II. PROCEDIMENTOS

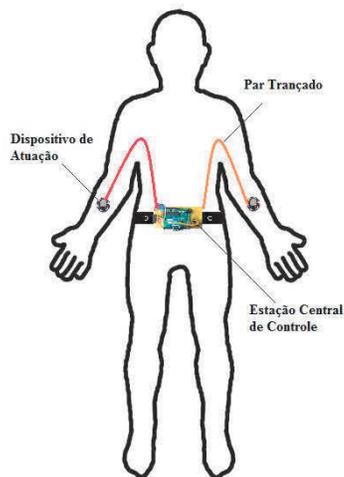
Neste artigo é apresentado o desenvolvimento de um protótipo que visa guiar um atleta com deficiência visual em linha reta. Tal escopo faz parte de um objetivo maior que pretende guiar atletas paralímpicos de alto desempenho em provas de atletismo sem a ajuda do atleta guia, dando mais independência ao esportista com deficiência.

Para tal foi implementado uma estação central de controle que envia sinais para os dispositivos de atuação por meios guiados do tipo par trançado, conforme apresentado na Figura 1.

2.1 Estação Central de Controle

A estação central de controle tem como função receber os dados do chip MPU-6050, interpretá-los e tomar decisões para enviar sinais de vibração visando guiar o atleta deficiente visual.

Figura 1 – Diagrama da Arquitetura.



Fonte: modificado de <<http://www.decolorar.org/dibujar/cuerpo-humano-para-colorear.html>>

O chip MPU-6050, Figura 2, é um dispositivo dotado de acelerômetro e giroscópio, muito utilizado para fornecer noções de direção e movimentação.

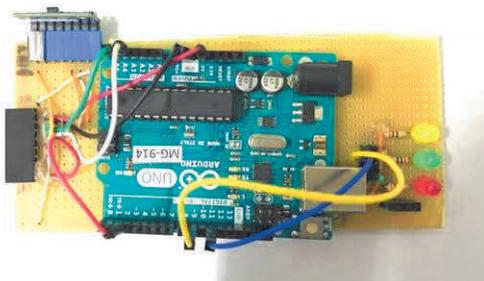
Figura 2 – Chip MPU-6050.



Fonte: Bastos et al. (2017).

A estação central apresentada neste trabalho é uma versão inicial criada para testes. Com isso a mesma foi desenvolvida utilizando uma placa perfurada que contém um kit de prototipação arduino UNO, um chip MPU-6050, dispositivos de entrada e saída (slots de comunicação e led's) e demais componentes eletrônicos, conforme apresentado na Figura 3. Seu funcionamento consiste em receber em tempo real os dados dos três eixos tanto do acelerômetro quanto do giroscópio para realizar uma tomada de decisão com relação ao deslocamento do atleta na pista, visando tornar a trajetória retilínea. Caso o atleta apresente um desvio, seja o mesmo para esquerda ou direita, tal situação é percebida pela estação que analisa e informa ao atleta a direção correta por meio dos dispositivos de atuação.

Figura 3 – Estação Central de Controle.



Fonte: Bastos et al. (2017).

A Figura 4 apresenta um trecho de código referente à tomada de decisão realizada pela estação de controle. Neste caso, a rotina verifica se o ângulo atual é inferior ao ângulo inicial, definido para uma trajetória retilínea. O ângulo inicial é obtido nos instantes iniciais de funcionamento da estação com atleta em repouso. Com isso, caso o ângulo atual seja inferior é enviado um sinal para o atleta executar um desvio para esquerda, no sentido de manter a trajetória retilínea.

Figura 4 – Trecho de código referente à tomada de decisão para ocasional desvio para direita.

```
else if ((anguloAtual < RANGE_MIN) {
  analogWrite(ledPin3, 0);
  analogWrite(ledPin2, 0);
  Serial.print("Executou Desvio para Direita\n");
  //Serial.print(RANGE_MIN);
  //Serial.print("\n");
  //Serial.print(ypr[0]);
  //Serial.print("\n");
  analogWrite(ledPin4, 255);
  Serial.println("Led Vermelho");
}
```

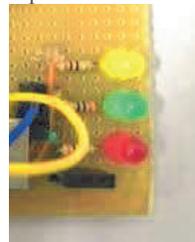
Fonte: Bastos et. al. (2017).

2.2 Dispositivos de Atuação

Os dispositivos de atuação visam informar qual direção está sendo determinada pela estação central de controle. Os dispositivos são dispostos em dois grupos: dispositivos de informação visual e dispositivos vibráteis.

Os dispositivos de informação visual indicam aos desenvolvedores, que não possuem deficiência visual, qual direção a estação central de controle está definindo. Para tal indicação são utilizados três led's de cores distintas, apresentados na Figura 5, sendo: amarelo (apresentou desvio para esquerda), verde (trajetória retilínea) e vermelho (desvio para direita).

Figura 5 – Dispositivos de Informação Visual.



Fonte: Bastos et. al. (2017).

Os dispositivos vibráteis visam informar ao atleta deficiente visual qual direção tomar para permanecer em trajetória retilínea. Para tal foi utilizado um motor de vibração lilypad vibrate board (Figura 6) que gera uma pequena vibração facilmente perceptível por um ser humano. Caso o atleta apresente um desvio na trajetória, a central de controle envia um sinal para este dispositivo de atuação que emite uma vibração indicando o lado para qual o atleta deve corrigir a trajetória. Por exemplo, caso o atleta apresente um desvio para a direita, a central emite um sinal de vibração no pulso esquerdo, visando corrigir a trajetória.

Quando o atleta executa uma trajetória retilínea o sistema emite uma baixa vibração contínua nas costas do mesmo, assegurando ao atleta que o sistema está em funcionamento.

Figura 6 – LilyPad Vibe Board.



Fonte: retirado de < <https://www.amazon.co.uk/LilyPad-Vibe-Board/dp/B004TTXRZ8>>

Com relação a utilização deste dispositivo vale destacar os trabalhos relacionados a avaliação do tato como mecanismo de comunicação numa perspectiva de código linguístico moderno, bem como no desenvolvimento de dispositivos que fazem uso do tato como mecanismo de comunicação (BARBACENA et. al., 2008).

2.3 Meio de Comunicação

Para realizar a comunicação entre a estação central de controle e os dispositivos vibráteis foi necessário a utilização de meios guiados do tipo par trançado. A escolha por esta tecnologia se deu devido à disposição helicoidal entre os fios apresentar um baixo nível de ruído entre os sinais transmitidos. A Figura 7 apresenta o meio físico utilizado com o motor de vibração acoplado. Pode se perceber que foi utilizado uma redundância de cabos para cada terminal que transmite o sinal, visando aumentar a confiabilidade do sistema de transmissão de dados.

Figura 7 – Meio físico utilizado.



Fonte: Bastos et. al. (2017).

III. RESULTADOS

Após o desenvolvimento do protótipo, deu-se início a fase de testes. Após testes iniciais com pessoas sem deficiência visual pôde-se perceber que o pequeno deslocamento do corpo para se movimentar causava uma perda de centralização do protótipo, que ficava indicando de maneira errônea atuações vibratórias para esquerda e direita, mesmo que o usuário estivesse se deslocando em trajetória retilínea. Foi levantado ainda que tal deslocamento é dinâmico entre diferentes usuários, estando diretamente ligado ao modo como os mesmos movimentam o corpo para se deslocar. Para solucionar este erro, foi gerado um filtro que permite ao protótipo calibrar este desvio e entender como trajetória retilínea.

Figura 8 – Trecho de código com filtro

```
else if (anguloAtual > RANGE_MIN && (anguloAtual < RANGE_MAX)) {
  analogWrite(ledPin4, 0);
  analogWrite(ledPin2, 0);
  analogWrite(ledPin3, 255);
  if (j == 1) {

    RANGE_MAX = (ypr[0] * 180 / M_PI) + ajuste;
    RANGE_MIN = (ypr[0] * 180 / M_PI) - ajuste;

    j = 0;
    delay(100);
  }
  Serial.println("Led Verde");
}
```

Fonte: Bastos et. al. (2017)

A Figura 8 apresenta um trecho de código que contém o filtro desenvolvido. O filtro serve para determinar o intervalo de ângulos que representa um deslocamento em linha reta. Devido o desvio causado pela movimentação do corpo ao se deslocar, situação já citada no parágrafo anterior, o protótipo não deve seguir um valor fixo de trajetória retilínea, mas sim uma região com valores máximos e mínimos visando compensar esse desvio citado. No código da Figura 8 tal situação é solucionada com as variáveis **RANGE_MIN** e **RANGE_MAX** que criam uma região aonde o atleta sempre estará executando trajetória retilínea. Percebe-se que tais variáveis possuem uma correção, determinada pela variável **ajuste**, que visa compensar um erro na medição proveniente do próprio chip MPU-6050 com o passar do tempo.

Após as alterações realizadas com o primeiro teste utilizando pessoas sem deficiência visual, efetuou-se um segundo teste. Este teste foi realizado com atletas com deficiência visual em pista de competição oficial, em trecho de 100m. Alguns ajustes foram necessários, conforme mostra a Figura 9. Como resultado final podemos citar que o atleta permaneceu dentro da raia por aproximadamente 100 m, executando marcha lenta. É importante ressaltar também que o atleta conseguiu se deslocar em linha reta por aproximadamente 50m (Figura 10).

Figura 9 – Pesquisadores configurando o protótipo na realização de testes com atletas deficientes visuais.



Fonte: Via Brasil (2016).

Figura 10 – Teste realizado com atletas deficientes visuais em pista de competição oficial, vista do DRONE.



Fonte: Via Brasil (2016).

O segundo teste foi acompanhado por uma equipe de reportagem, que filmou todas as etapas realizadas no teste, incluindo outro protótipo de guia para atletas com deficiência visual. Este protótipo, também desenvolvido pela equipe, utiliza tecnologia sem fio Zigbee contudo depende de um operador humano para estar indicando a direção a ser tomada pelo atleta. (VIA BRASIL, 2016).

IV. CONCLUSÃO

A maior parte dos esforços acadêmicos e comerciais em termos de desenvolvimento de novos produtos assistivos têm sido centralizada no desenvolvimento de próteses e órteses, das quais em alguns casos viabilizem a prática esportiva por pessoas portadoras de deficiências motoras, ao passo que pouco tem sido feito para atletas com deficiência visual. Nesta acepção, a confecção de protótipos que favorece a prática para o esporte por atletas deficientes visuais é essencial para a inclusão social, permitindo aprendizagem, comunicação e interação social.

O objetivo do desenvolvimento de um protótipo baseado na tecnologia de acelerômetro e giroscópio está de acordo com a teoria que os atletas deficientes visuais conseguem realizar a sua trajetória sem um guia com base em seu modelo mental da pista, precisando apenas ser corrigido quanto a sua trajetória caso este saia de sua raia. O protótipo desenvolvido é um instrumento de conhecimento para a assertiva desta teoria. Fato este que contribui também no estudo do comportamento dos atletas deficientes na concepção de modelos mentais.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBACENA, I.; LIMA, A. C. O.; FREIRE, R. C. S.; BARROS, A. T.; PEREIRA, J. R. Comparative analysis of tactile sensitivity between blind, deaf and unimpaired people. *International Journal of Advanced Media and Communication*, 3: 215-228, 2008.

MELLO, M. T.; RODRIGUES, D. F.; ALVES, E. D. S. *Avaliação e Treinamento do Esporte Paralímpico*. [S.l.]: Medbook, 2014. Em: SOARES, Y.M. Treinamento Esportivo. Cap 4, p.71-95. 17

MONTEIRO, A. *Análise da postura e deficiência visual: influência da atividade física organizada de forma regular e sistematizada na postura do deficiente visual*

congênito. Tese (Doutorado) — Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Brasil, 1999. 18

PEREIRA, R. et al. **A importância do desporto de alto rendimento na inclusão social dos cegos: Um estudo centrado no instituto benjamin constant-brasil/the importance of high performance sports in social inclusion of blind people: A study centered on benjamin constant institute-brazil**. Motricidade, Edições Desafio Singular, v. 9, n. 2, p. 94, 2013. 18

UNIÃO, D. O. D. **Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004**. Página Eletrônica: https://www.planalto.gov.br/ccivil/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm, 2004.

VIA BRASIL. Apresentado por Luiza Zveiter. Manaus: Rede Globo de Televisão, 10 dez. 2016. Duração 49 min. Entre 36:37s e 39:15s. Disponível em: <<http://globosatplay.globo.com/globonews/v/5506236/>>

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.