

Pesquisa e Desenvolvimento de Dispositivos Haptic para Deficientes Visuais

Andre Luiz Delai (CTI) aldelai@cti.gov.br

Resumo

Este artigo apresenta o estudo e desenvolvimento de artefatos assistivos Haptic voltados a usuários que comprometeram totalmente ou parcialmente sua capacidade visual. Serão apresentados os resultados parciais da pesquisa, assim como a metodologia e informações técnicas relacionadas aos protótipos de periféricos Haptic em desenvolvimento.

Palavras-chave: Haptic, Tecnologia Assistiva, Computação, Deficiente Visual.

1. Introdução

Um dos recursos mais utilizados por indivíduos portadores de deficiência visual para acessar informação em dispositivos de computação são os leitores de tela. Atualmente, com computadores de bolso com grande poder computacional e baixo custo, conhecidos como *smartphones*, aplicações do gênero tornaram-se muito mais portáteis. Essa classe de ferramentas pode aumentar consideravelmente a autonomia de pessoas com deficiência visual no que se refere ao acesso a de informação via computadores. A principal característica dos leitores de tela é a apresentação de informação de maneira sequencial através de sons, explorando o sentido da audição, que é limitado a um espaço unidimensional.

De acordo com a Fundação Americana para os Cegos (BLIND 2019), muitos termos diferentes são usados para descrever os vários níveis de perda de visão. Os termos e descrições apresentados a seguir trazem a classificação da organização:

- **Deficiente Visual:** Uma pessoa é considerada deficiente visual quando possui uma capacidade visual reduzida, mesmo com a utilização de lentes corretivas, que adversamente afeta sua acessibilidade visual ou interfere no processamento visual da informação.
- **Cegueira:** O termo “cegueira” é tipicamente usado para descrever indivíduos com visão não funcional ou apenas a habilidade de perceber a luz.
- **Legalmente Cegos:** é a definição usada para determinar se indivíduos são elegíveis para benefícios governamentais, além de outros, determinados pela classificação legal de cegueira. Pessoas classificadas como legalmente cegas possuem uma acuidade visual central de 20/200 ou pior no melhor olho com a melhor correção possível e/ou um campo visual de 20 graus ou menos.
- **Baixa Visão:** A pessoa com visão normal tipicamente possui acuidade visual de 20/20 em ambos os olhos e um campo visual de aproximadamente 160 a 180 graus. Um indivíduo com baixa visão pode ter a acuidade visual de 20/70 ou pior, e um campo visual de 20 para 40 graus ou menos.

Nessa pesquisa, seguindo a classificação apresentada, o foco são os indivíduos com deficiência visual ou cegos, mas a aplicação de testes contempla também voluntários com capacidades

normais de visão atuando como controle e também para coleta de dados sobre sua sensibilidade e percepção ergonômica frente aos dispositivos desenvolvidos.

O presente trabalho contempla o estudo, produção de artefatos e a aplicação de técnicas voltadas as tecnologias de resposta tátil, conhecidas no âmbito internacional como tecnologias *Haptic* e sua integração com dispositivos já conhecidos como lousas digitais e demais periféricos de computador. A aplicação atualmente em estudo está relacionada a interatividade homem/máquina em interfaces adaptadas para portadores de deficiência visual severa, atuando nos domínios da tecnologia assistiva. O objetivo é explorar as habilidades táteis pouco empregadas em interfaces de computador ampliando o uso desse sentido e permitindo uma proposta de interfaces em programas de computador como aplicativos e jogos que transcendam o sentido da visão, atualmente o principal recurso utilizado em interfaces na atualidade.

2. O Conceito Haptic

Haptic é a ciência que estuda o senso do toque humano (GRUNWALD 2008). Mas especificamente, a tecnologia *Haptic* usa movimento, força e vibração para simular o sendo do toque. Na psicologia e fisiologia experimental, a palavra *Haptic* refere-se a habilidade de explorar o ambiente através de exploração ativa, tipicamente com as mãos para medir forma e propriedades mecânicas dos materiais que o compõe. Uma interface *Haptic* estimula canais sensoriais cutâneos e cinestésicos através de force-feedback que varia dependendo dos movimentos dos membros do usuário (ROBES-DE-LA-TORRE 2006).

3. Artefatos e Metodologia

A pesquisa propõe o uso de tecnologia Haptic buscando aumentar a capacidade de indivíduos com deficiência visual em perceber ambientes computacionais através de interfaces projetadas para tal. Explora-se a capacidade de uma tecnologia Haptic em proporcionar informações absolutas de posição e estado de elementos de uma interface de computador. Com o sentido da visão comprometido, espera-se que a tecnologia tenha a capacidade de explorar o tato dos usuários para que percebam e atuem em ambientes computacionais, reconhecendo elementos da interface e interagindo com eles.

O primeiro dispositivo *Haptic* criado foi uma caneta com resposta motora (Figura 1). Essa caneta possui um atuador deslizante próximo a sua ponta, onde o usuário repousa a falange distal do dedo indicador sobre um pino que excursionsa linearmente em um intervalo próximo a 1,5 cm.

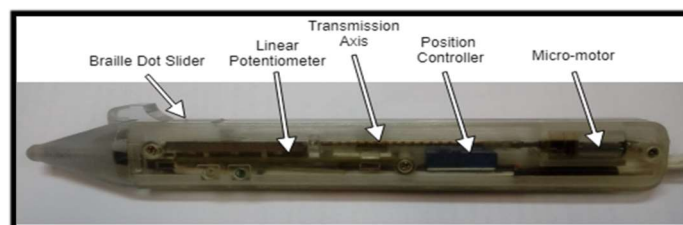


Figura 1: Protótipo da Caneta Haptic

A Figura 2 exibe o protótipo da caneta *Haptic* em uso e a posição do dedo indicador sobre o atuador linear. No topo do atuador está situada uma protuberância nas mesmas dimensões de um pino braille.

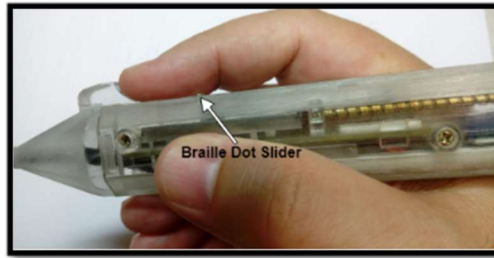


Figura 2: Caneta Haptic em uso

O atuador da caneta é controlado via protocolo de uso geral também desenvolvido dentro do projeto. O protocolo conhecido como AMASP (Ascii Master Slave Protocol) (DELAÍ 2019) envia comando a um microcontrolador que traduz as informações de comando em um sinal em modulação por largura de pulso (PWM) que é enviado para o motor do atuador da caneta. A Figura 3 ilustra o processo que ocorre durante o funcionamento do dispositivo que é controlado por um computador por intermédio de um microcontrolador Arduino (MCROBERTS 2015).

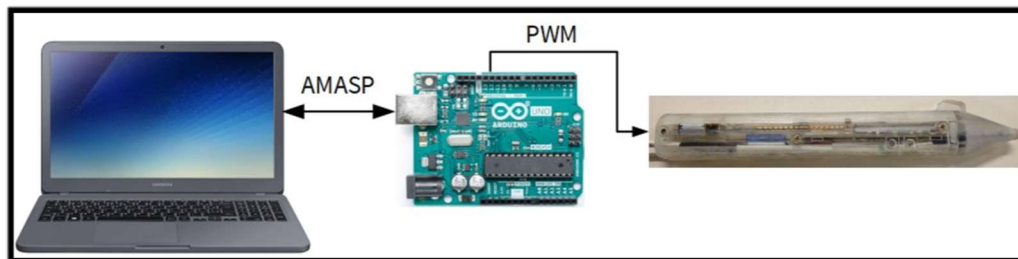


Figura 3: Ilustração do processo de comunicação com a caneta Haptic

Nos testes com a caneta, para prova de conceito, o percurso do atuador foi dividido em até 10 posições distintas, que poderiam representar símbolos de 0 a 9. Esse alfabeto de símbolos deve ser reconhecido através do tato, percebendo a amplitude da excursão do atuador. Há duas etapas no teste. A primeira etapa é o treinamento, onde a caneta posiciona o atuador e uma mensagem de voz avisa ao usuário qual símbolo a caneta está apresentando. Isso é realizado para todos os símbolos que serão utilizados no teste. As posições do atuador que representam os símbolos estão ilustradas na Figura 4, que também dispõe da equação usada para se calcular a distância entre os pontos, dependendo da cardinalidade do alfabeto.

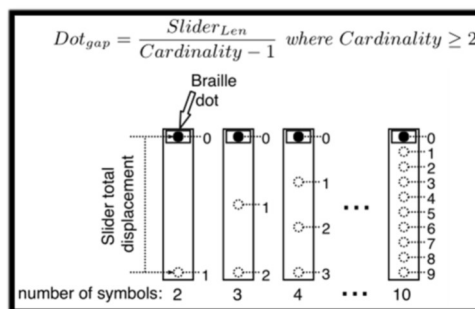


Figura 4: Padrão de Símbolos do atuador da caneta

A segunda etapa é o teste propriamente dito onde são apresentados um conjunto de símbolos definidos aleatoriamente em distribuição uniforme, e o usuário é questionado sobre qual

símbolo ele reconhece no momento. O fluxograma da Figura 5 demonstra os passos envolvidos no processo.

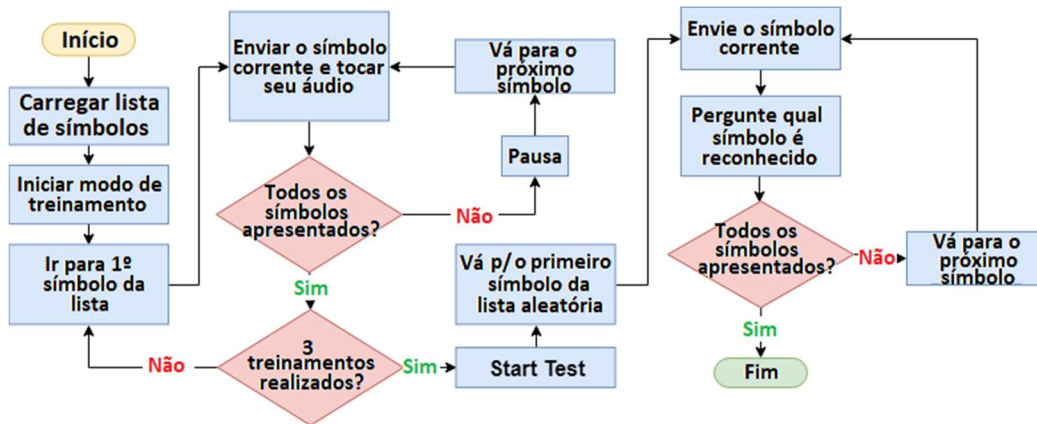


Figura 5: Fluxograma do procedimento de teste com a caneta

O próximo artefato, que está em desenvolvimento, é uma plataforma modular nomeada de mouse Haptic (Figura 6). Esse periférico foi desenhado para incorporar dois ou mais atuadores, possibilitando uma considerável expansão na capacidade dos atuadores táteis e a possibilidade de troca de atuadores sem a necessidade de redesenhar todo o sistema. É possível explorar outras regiões com sensibilidade tátil, como por exemplo os polegares.

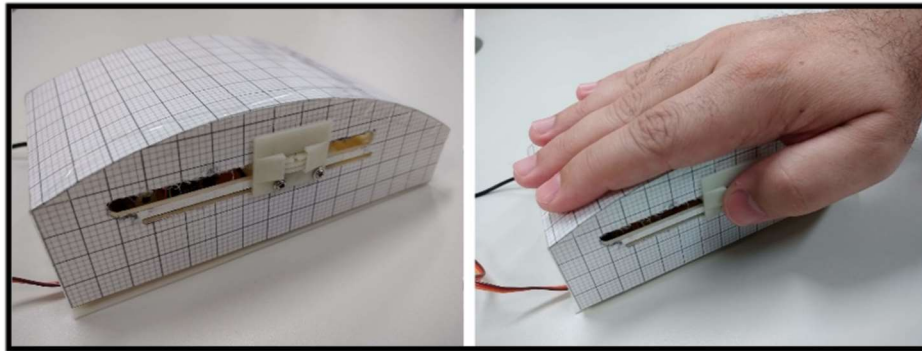


Figura 6: Mouse Haptic

Os novos atuadores foram desenvolvidos em formato de discos que são acoplados diretamente ao eixo dos servo-motores. Essa configuração reduz sensivelmente a complexidade dos mecanismos e o número de peças móveis. A Figura 7 exhibe os componentes de um atuador projetado na forma de um disco com codificação gray (FRANK 1957). O disco possui 8 símbolos em uma configuração binária em pontos alinhados e de baixo relevo e dispostos ao longo do disco.

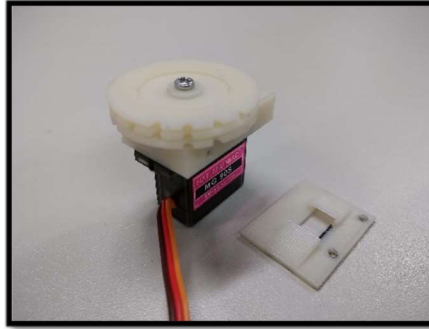


Figura 7: Componentes do atuador do mouse Haptic

4. Resultados

Os testes foram aplicados em voluntários com as seguintes características:

- Deficiente Visuais Severos (cegos): 6
- Não deficientes: 17
- Homens: 12
- Mulheres: 11
- Média de Idade: 39,57 anos (min. 18 e max. 62)
- Média da altura da falange distal do dedo indicador: 2,36 cm
- Média da largura da falange distal do dedo indicador: 1,42 cm

A média percentual de acertos de símbolos pode ser observada através do gráfico da Figura 8 e da Figura 9.

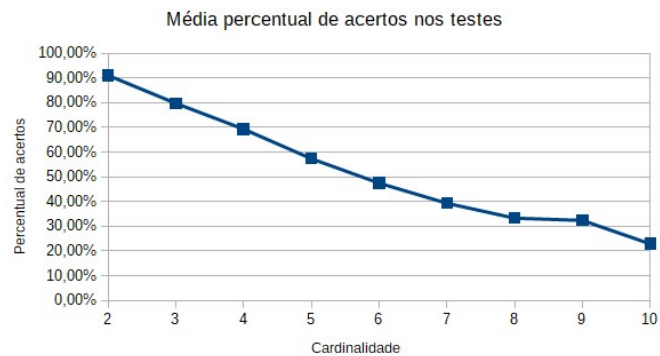


Figura 8: Média de acertos nos testes

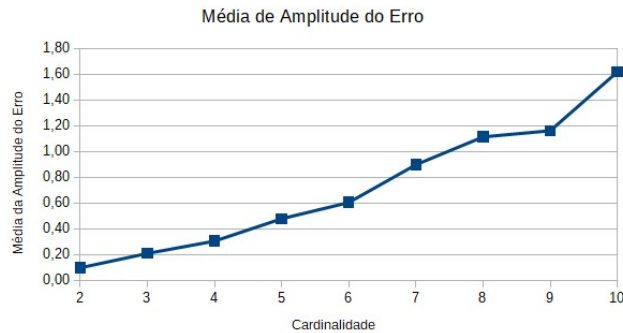


Figura 9: Média de amplitude do erro nos testes

Observa-se nos gráficos que o erro cresce quase linearmente conforme o número de símbolos apresentados ao usuário cresce, o que já era em parte esperado. É importante salientar que esses resultados foram obtidos sem treinamento extensivo e possuem potencial para aumento das taxas de acertos, o que também pode ocorrer com novas modificações do dispositivo. De qualquer forma, observa-se que uma região mais promissora para aperfeiçoamento está situada na cardinalidade entre 2 e 4 com taxas de acerto entre 90% e 70% respectivamente.

5. Conclusão

Os testes iniciais com a caneta *Haptic* demonstraram um comportamento previsto onde baixas cardinalidades possuem maiores taxas de acerto. Espera-se que a nova abordagem de atuadores desenhados para a plataforma de testes mouse *Haptic* consiga obter uma melhor média de acertos no reconhecimento de símbolos em maior cardinalidade. Isso aumentaria a viabilidade de uma proposta de interface computacional háptica mais factível.

As perspectivas futuras direcionam a pesquisa para novos conjuntos de testes com a plataforma mouse *Haptic*. Esses testes servirão de base para a elaboração de aplicações que servirão de base para o aperfeiçoamento de novas tecnologias assistivas.

Referências

BLIND, A. F. for the. *Learning about blindness: Interacting with a person who is blind or visually impaired in the workforce.* <http://www.afb.org/info/for-employers/visual-impairment-and-your-current-workforce/learning-about-blindness/345>, Out. 2019. acessado em 16/10/2019.

GRUNWALD, Martin (Ed.). *Human haptic perception: Basics and applications.* Springer Science & Business Media, 2008.

ROBLES-DE-LA-TORRE, Gabriel. *The importance of the sense of touch in virtual and real environments.* *Ieee Multimedia*, v. 13, n. 3, p. 24-30, 2006. J. Dixon, “Size and spacing of braille characters,” tech. rep., Technical report, Braille Authority of North America (Pittsburgh, PA), 2010.

MCROBERTS, Michael. *Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino.* 2. ed. Novatec Editora, 2015

DELAI, Andre Luiz; MIYADAIRA, Alberto Noboru; LIMA, Tania Cristina. AMASP (ASCII Master Slave Protocol): a Lightweight MODBUS Based Customizable Communication Protocol for General Applications. *Journal of Communication and Information Systems*, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2019.

FRANK, Gray. *Pulse code communication.* U.S. Patent n. 2,632,058, 17 mar. 1953.