

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Braille Anywhere: Um Dispositivo Portátil de Leitura em Braille

João Tomás Garcia Farinha

Mestrado em Informática

Versão Pública

Dissertação orientada por:
Prof. Doutor João Pedro Vieira Guerreiro

2024

Agradecimentos

Nesta secção, vou procurar fazer os meus agradecimentos de forma cronológica.

Começo por agradecer à minha família pelo apoio emocional, financeiro ou logístico que me deram tanto na fase de estudo como na fase de desenvolvimento deste projeto.

Ao Doutor Carlos Corela por ter-me mentorado no meu primeiro projeto académico que incidia na construção de uma estação meteorológica de baixo custo, com recurso ao uso de micro-controladores e sensores. Ao Professor Doutor João Serra por me ter dado a oportunidade de lecionar a componente prática e laboratorial das cadeiras de "Circuitos Elétricos" e "Eletrónica e Instrumentação", dando-me confiança para produzir projetos como o apresentado neste trabalho. Ao meu mentor, Professor Doutor João Guerreiro, por querer embarcar neste projeto ambicioso. A nossa interação começou na cadeira de Técnicas de Interação Avançadas, onde os alunos foram desafiados a encontrar uma nova técnica de interação pessoa-máquina, tendo-me ocorrido a ideia que é alvo de estudo neste trabalho. Para a realização deste projeto destaco: o voto de confiança refletido na liberdade para o desenvolvimento deste trabalho; a disponibilidade para esclarecer dúvidas; a apresentação à Fundação Raquel e Martin Sain; e ter organizado as subseqüentes reuniões e testes.

Gostaria também de deixar uma palavra de agradecimento a todos os que disponibilizam ferramentas em 'Open-Source'. Estes tipos de ferramentas foram muito importantes para o desenvolvimento deste projeto na totalidade, tanto ao nível teórico, como na construção do protótipo, pois tornaram o processo mais acessível, quer em termos económicos, quer em termos de tempo, que muito contribuíram para a realização do projeto. Destaco:

- FreeCAD usado para todo o desenho 3D
- Merlin firmware usado para a impressão 3D
- NVIM usado para elaboração do documento
- Kicad para elaboração da esquemática elétrica do dispositivo
- Nspice para a simulação elétrica
- Todas as componentes open source do Android Studio usado para fazer uma App que tinha propósito de comunicação entre telefone e o dispositivo agilizando o teste iterativo do mesmo, a recolha dos dados e sequente captura.

- A toda tool chain da ESP-tools e Arduino e as respectivas bibliotecas e no final PlatformIO como o maestro destas ferramentas de modo a poder programar o Microcontroller.

Por último, um agradecimento a todos os que se disponibilizaram a testar o protótipo e deram douts contributos para a melhoria do mesmo. Assim, deixo uma palavra especial ao Dr. Carlos Bastardo e Inês Colares da Fundação Raquel e Martin Sain, ao meu amigo Dr. Miguel Figueiredo, e ao Dr. Horta Machado da APEC - Associação Promotora do Ensino de Cegos.

À minha irmã

Resumo

Indivíduos com deficiência visual dependem frequentemente de *feedback* auditivo quando acessam a informações que se encontram em dispositivos eletrônicos. No entanto, esse modo de transmissão de texto nem sempre é ideal para interações privadas. Portanto, há a necessidade de soluções inovadoras que ofereçam interações discretas e acessíveis. Antes do *feedback* auditivo se tornar predominante, a interface com a tecnologia era feita por meio de atuação física, ou seja, os dados eram transmitidos para um terminal *Braille*. Contudo, os displays *Braille* ainda são dispendiosos.

Esta tese visa conceber, desenvolver e avaliar um dispositivo portátil de leitura em *Braille* projetado para ser usado num dedo do utilizador, intitulado *BrailleAnywhere*. O intuito é capacitar os utilizadores a ler textos de forma discreta, independentemente do local onde se encontram, considerando também a acessibilidade económica do dispositivo. A pesquisa abrange a criação e avaliação de vários protótipos e abordagens, com o objetivo principal de melhorar a acessibilidade ao *Braille* para pessoas com deficiência visual.

Devido à novidade do método, foi preciso desenvolver iterativamente o protótipo. Sendo efetuados testes preliminares do protótipo antes do estudo. Este processo permitiu refinar a interface física, como a superfície de contacto com o dedo do utilizador, e o método de atuação, tornando o dispositivo mais robusto e confortável de usar. O estudo consiste em verificar se havia diferença de exatidão de letras sentidas quanto ao tempo de estimulação. Foram escolhidos 3 tempos de estimulação: 0,5s, 1s e 2s. Obteve-se que a taxa de reconhecimento não foi significativamente diferente para tempos de estímulos diferentes. Contudo, o dispositivo demonstrou que a atuação individual de cada ponto poderia ser sentida com 100% de certeza (com isto quer-se dizer a letra A e pontos estimulados individualmente). Nos testes exploratórios, alcançou-se uma taxa de identificação de caracteres de 84,6% (22/26 corretos) com estímulo de 1 segundo.

Nos testes deste estudo, o participante com melhores resultados acertou 96% (25/26). O 2º participante com o melhor resultado teve 69% (18/26) de taxa de reconhecimento no seu último teste do conjunto de três realizados, o que lhe deu maior experiência com o dispositivo. Este estudo comprova uma diferença significativa na perceção de letras mais complexas quando comparadas com as letras mais simples - por exemplo, letra A (100%) versus letra K (66,6%).

De modo geral, demonstrou-se a necessidade de um período de acomodação/aprendizagem para que o estímulo do dispositivo se tornasse eficaz, uma vez que o mesmo introduziu uma nova sensação háptica para a leitura de *Braille* que exigia que o dedo permanecesse imóvel, ao contrário da técnica mais comum (consiste em deslizar o dedo sobre o papel/linha *Braille*) utilizada pelos participantes deste estudo.

O BrailleAnywhere foi considerado particularmente interessante pelos participantes, tanto pelo seu conforto quanto pelo nível de discrição no seu uso para atividades de aprendizagem, lazer e leitura de notificações rápidas ou mensagens.

Palavras-chave: Braille, Leitura, Portátil, Discreto, Acessível

Abstract

Visually impaired individuals often rely on auditory feedback when accessing information on electronic devices. However, this mode of text transmission is not always ideal for private interactions. Therefore, innovative solutions are needed to offer discreet and accessible interactions. Before auditory feedback became predominant, technology interfaces relied on physical actuation, where data was transmitted to a Braille terminal. However, Braille displays remain expensive.

This thesis focuses on the design, development, and evaluation of BrailleAnywhere, a portable Braille reading device worn on the user's finger. The goal is to enable discreet text reading regardless of location while maintaining affordability. The research includes creating and evaluating prototypes, with the primary aim of enhancing Braille accessibility for visually impaired individuals.

Due to the novelty of the method, the prototype was developed iteratively. Preliminary tests were conducted before the main study, enabling refinement of both the interface and the actuation method, making it more robust and comfortable to use. The study aimed to verify whether the accuracy of perceived letters varied with different stimulation durations. Three stimulation durations were chosen: 0.5s, 1s, and 2s. The results showed that the recognition rate did not differ significantly across the different stimulation durations. However, the device demonstrated that individual actuation points could be perceived with 100% certainty (e.g., the letter "A" and individually stimulated points). In exploratory tests, a character recognition rate of 84.6% (22/26 correct) was achieved with 1-second stimulation.

In the study tests, the participant with the best results achieved 96% accuracy (25/26), while the second-best participant achieved a 69% recognition rate (18/26) in their final test of a series of three, which provided them with greater experience using the device. The study confirmed a significant difference in the perception of more complex letters compared to simpler ones — for example, the letter "A" (100%) versus the letter "K" (66.6%).

Overall, the need for an acclimatization/learning period was demonstrated for the device's stimulus to become effective. This was due to the introduction of a new haptic sensation for Braille reading, which required the finger to remain stationary, contrary to the more common technique used by the study participants, which involves sliding the finger over Braille paper/lines.

BrailleAnywhere was considered particularly interesting by the participants, both for its comfort and its level of discretion in activities such as learning, leisure, and reading quick notifications or messages.

Keywords: Braille, Display, Reading, Portable, Accessibility