

ESTUDO DA SÍNDROME DE MEARES-IRLEN POR MEIO DE EXPERIMENTOS VISUAIS DE LEITURA E RASTREAMENTO OCULAR

João Vitor Macedo Romera, Rafael Nobre Orsi, Carlos Eduardo Thomaz
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário da FEI
uniejromera@fei.edu.br, rafaelorsi@fei.edu.br, cet@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho investiga padrões de leitura baseados nos efeitos da Síndrome de Meares-Irlen (SMI). A SMI é um déficit visual que afeta indiretamente o sistema cognitivo. Os sintomas mais comuns já relatados para a SMI em tarefas de leitura são estresse visual, sensação de letras se movendo e se distorcendo no texto. Estes efeitos foram simulados computacionalmente e usando informações de rastreamento ocular de 70 participantes, foi possível classificar linearmente cada efeito com acurácia de 98,57%.

1. Introdução

A SMI é uma deficiência na capacidade visual-perceptiva humana que causa a desorganização das informações captadas pelos olhos e distorções no processamento destas informações pelo córtex visual [5]. Essa deficiência prejudica várias habilidades humanas dependentes da visão, tais como ler, escrever, dirigir veículos e praticar esportes.

As principais manifestações da SMI no processo de leitura estão associadas a alta sensibilidade à luz, provocando distorções devido ao contraste branco/preto de impressões em papel sulfite, embaçamento das letras, sensação de letras em movimento e espaçamento irregular entre as palavras [1], [3].

Estudos recentes [1], [2] sobre a SMI que fazem uso de equipamento de rastreamento de olhar (em inglês, eye-tracking) têm revelado achados inéditos que permitem uma análise mais específica das pessoas portadoras da síndrome. Basicamente, o uso do equipamento de rastreamento de olhar durante o processo de leitura de um indivíduo permite investigar o movimento e a dilatação da pupila do voluntário, qualificando e quantificando métricas como o número de regressões (movimentos da direita para a esquerda), fixações (fixações do olhar da esquerda para a direita), a relação de palavras lidas por minuto durante a leitura, a tendência de se ler da esquerda para a direita, o alcance do reconhecimento (número de palavras lidas por fixação), entre outras [2].

O objetivo deste artigo é realizar uma investigação menos subjetiva sobre as diferenças entre os padrões visuais de leitura em distorções (ou efeitos) comumente relacionadas à SMI, como embaçamento das letras, sensação de letras em movimento e espaçamento irregular entre as palavras, geradas sinteticamente em imagens de texto literários.

2. Estímulo visual

A partir de exemplos de distorções visuais [6] que uma pessoa diagnosticada com a SMI supostamente visualiza ao ler um texto estático [4], foi desenvolvido um programa para simulação de efeitos visuais dinâmicos a partir de textos e parâmetros inseridos pelo usuário. Os efeitos simulados foram produzidos utilizando as bibliotecas de manipulação de imagens (Magick) e gifs (ggplot2) da plataforma de processamento de dados R Studio. As funções da biblioteca “Magick” permitem a transformação de textos (que são inseridos pelo usuário) em imagens no formato .jpeg enquanto a biblioteca “ggplot2” organiza as imagens em quadros (ou frames), gerando um vídeo que simula um efeito dinâmico da SMI. Os efeitos gerados foram o efeito Blurry (texto borrado) e Whashout (texto embaçado).

Os estímulos visuais utilizados neste experimento foram desenvolvidos a partir de histórias da literatura infantil, com perguntas literais e inferenciais, que foram apresentadas na tela do equipamento de rastreamento ocular durante as sessões de leitura.

3. Aquisição do sinal

Os equipamentos utilizados foram o rastreador de olhar (eye-tracker) Tobii TX300 juntamente com um notebook com processador core i7 e 16 Gb de RAM, um teclado comum (padrão ABNT) e sistema operacional Windows 7, para que fosse utilizado o software Tobii Studio durante as gravações do sinal [9]. Inicialmente foi realizada a calibração do equipamento para cada participante e posteriormente, foram apresentados três textos distintos no eye-tracker: o primeiro sem efeito (Neutro), o segundo com o efeito borrado (Blurry) e o terceiro com o efeito embaçado (Whashout). Ao final de cada texto, uma pergunta era exibida na tela e o participante respondia às perguntas em voz alta, para anotação dos acertos e erros em cada texto para cada voluntário. Os textos possuíam tempo limite de exposição (30 segundos), ao passo que as perguntas não possuíam tempo limite e era requisitado que o participante pressionasse alguma tecla presente em um teclado disposto à sua frente, para que fosse exibido o próximo texto.

4. Pré-Processamento

A partir do experimento realizado, foram gerados os mapas de atenção visual de cada participante por estímulo, como pode ser visto nos três primeiros

quadros da parte superior da Figura 3. O mapa de atenção visual é obtido a partir da consolidação das fixações oculares em uma formatação gráfica do tipo mapa de calor que varia do vermelho (pontos de maior incidência) ao verde (pontos de menor incidência) [7]. Na etapa de pré-processamento foi feita a separação do fundo da imagem (texto apresentado como estímulo) dos dados de fixação ocular (mapa de atenção visual), em seguida o mapa de calor foi convertido para mapa de opacidade, contendo apenas tons de cinza, conforme e apresentado nos três últimos quadros da Figura 3.

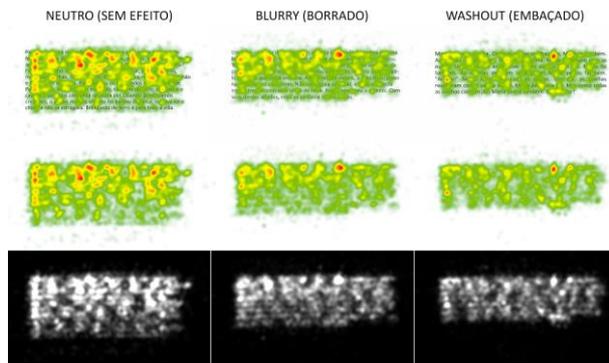


Figura 3 – Pré-processamento do sinal de entrada

4. Resultados

Na etapa de reconhecimento de padrões, foi implementado um arcabouço computacional baseado em estatística multivariada que utiliza Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Discriminantes Lineares de Máxima Incerteza (MLDA) para extrair informações discriminantes das imagens. Para avaliar o desempenho de classificação do arcabouço computacional proposto, foi adotado o método k -fold [8]. Este método consiste em fazer uma validação cruzada dividindo um conjunto de dados em k subconjuntos exclusivos e de mesmo tamanho. A partir desta divisão, um subconjunto é separado para a validação e os demais subconjuntos são utilizados para o treinamento do classificador. Este processo é repetido k vezes, alterando o subconjunto de validação. Ao final das k iterações é obtida a acurácia do classificador apurando os erros encontrados e calculando a média aritmética dos acertos em cada teste. A figura 4 apresenta os resultados obtidos.

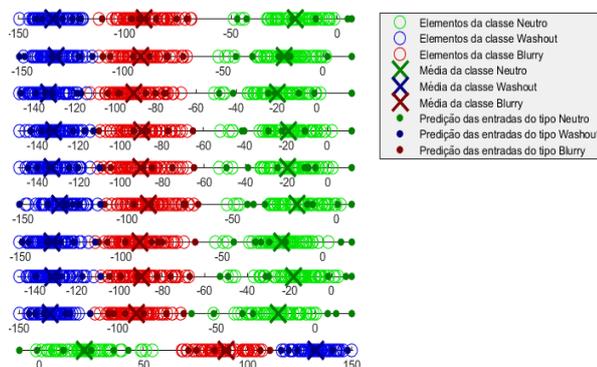


Figura 4 – Teste de validação cruzada

5. Conclusões

Obtivemos um elevado índice de acertos com o classificador proposto (98,57%). Foram 207 acertos em 210 testes. O fator predominante para o êxito na tarefa de classificação foi a distribuição dos dados no hiperplano discriminante pois praticamente não houve sobreposição dos dados na maioria dos testes realizados, o que propicia uma boa separabilidade linear das classes e, conseqüentemente, uma boa precisão na projeção dos dados de validação.

5. Referências

- [1] M. R. Guimaraes and R. Guimaraes, “Por que ler pode ser tão difícil síndrome de irlen & distúrbios do processamento visual pela via magnocelular,” XXVI Encontro Nacional de Professores do PROEPRE, 2013.
- [2] L. F. Bicalho, M. Z. T. de Almeida, M. R. Guimaraes, J. R. G. Silva, and F. Fully, “Síndrome de Irlen: Um olhar atendo sobre o funcionamento cerebral durante a leitura,” Acta Biomedica Brasiliensia, vol. 6, no. 1, pp. 35–44, 2015.
- [3] L. N. de Faria, “Frequência da Síndrome de Meares-Irlen entre alunos com dificuldades de leitura observadas no contexto escolar,” Instituto de Ciencias Biológicas da UFMG, 2011.
- [4] H. L. Irlen, “Method and apparatus of treatment of symptoms of the irlen syndrom,” Oct. 9 1990, uS Patent 4,961,640.
- [5] F. A. Soares and L. S. Gontijo, “Production of knowledge: genetic basis, biochemical and immunological of meares-irlen syndrome,” Revista Brasileira de Oftalmologia, vol. 75, no. 5, pp. 412–415, 2016.
- [6] IrlenClinic, “For reading and perceptual disorders and dyslexia diagnosis,” 2017, acessado em 08-08-2019.[Online].Available: <http://irlenclinic.com.au/irlensymptoms/distortions/>
- [7] L. Silva, “Um estudo sobre mapeamento cerebral e análise de movimentos oculares em jogadores de xadrez,” Master’s thesis, Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo - SP, Brazil, 2 2017, 65.f. ~ Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2017.
- [8] Y. Bengio and Y. Grandvalet, “No unbiased estimator of the variance of k-fold cross-validation,” Journal of machine learning research, vol. 5, no. Sep, pp. 1089–1105, 2004.
- [9] A. T. Duchowski, Eye tracking methodology. Springer, 2017.

Agradecimentos

À instituição FEI pela realização das medidas ou empréstimo de equipamentos.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI (ou FAPESP, CNPq ou outra). Projeto com vigência de 10/18 a 10/19.