

QUÃO EQUIVOCADA PODE SER A ANÁLISE DE MOVIMENTOS OCULARES HUMANOS? EXPERIMENTOS SOBRE OLHO DOMINANTE E PERCEPÇÃO VISUAL COGNITIVA

Alisson Moriyasu Pinto¹, João Vitor Romera² e Carlos Eduardo Thomaz²

¹Departamento de Engenharia de Robôs, FEI

²Departamento de Engenharia Elétrica, FEI

uniealpinto@fei.edu.br, cet@fei.edu.br

Resumo: Este projeto investigou cientificamente como analisar a questão do olho dominante humano, usando o equipamento de rastreamento ocular Tobii TX300 existente no Laboratório de Processamento de Imagens da FEI. Os objetivos específicos foram: (1) Criar um teste experimental rápido e não-invasivo para identificar o olho dominante em voluntários; (2) Desenvolver um sistema de aquisição de movimentos oculares com diferentes estímulos de percepção visual para reconhecimento de padrões oculares; e (3) Comparar qualitativa e quantitativa os movimentos oculares de ambos os olhos (esquerdo e direito) com base no teste do olho dominante. Os resultados indicam divergência visual entre os olhos, mas a média aritmética entre os pontos de fixação dos dois olhos se mostra a métrica matemática com os menores erros quadráticos.

1. Introdução

O conceito de olho dominante tem sido estudado há centenas de anos, com a primeira menção registrada por Giovanni Battista della Porta em 1593 e, mais explicitamente documentada, com o trabalho pioneiro de Durand e Gould em 1910 [1].

Apesar de décadas de pesquisa, a informação sobre o olho dominante não é frequentemente aplicada nas tecnologias modernas de rastreamento ocular (ou, em inglês, *eye-tracking*) para descrever as fixações oculares de voluntários participantes. Tradicionalmente, as ferramentas de rastreamento ocular calculam a média aritmética das posições dos dois olhos para definir a posição espacial dessas fixações, o que pode não refletir com precisão o foco visual dos voluntários para o estímulo estudado.

Pesquisadores do Laboratório de Processamento de Imagens (LPI) da FEI notaram que participantes voluntários relataram deslocamentos nas áreas de foco visual, possivelmente devido à dominância de um dos olhos. Esta pesquisa pretende explorar essa questão em aberto do olho dominante, utilizando o equipamento Tobii TX300, com frequência de 300Hz, para analisar visual e quantitativa as diferenças entre o olho dominante e o cálculo padrão da média das posições dos dois olhos.

2. Materiais e Métodos

Para o teste experimental do olho dominante, investigamos métodos propostos e adaptamos uma

metodologia referenciada por pesquisas recentes [2, 3] denominada “Furo na Carta” [1]. Esta metodologia descreve um experimento em que os participantes seguram uma cartolina, com os dois braços esticados à frente do corpo e, através de um furo central (aproximadamente 5cm de diâmetro), focam em um alvo (círculo preto de 5cm de diâmetro à uma distância de aproximadamente 1,5m). Utilizamos uma cartolina A3 (297 x 420mm) branca, com um alvo preto, conforme ilustrado na Figura 1.

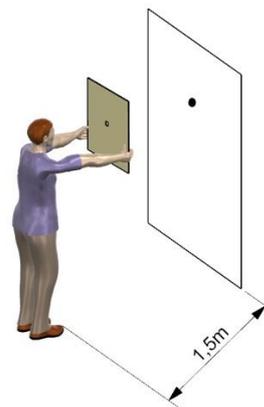


Figura 1 – Teste experimental: “Furo na Carta”.

Para o sistema de aquisição de movimentos oculares, foram desenvolvidos três vídeos utilizando o Software Synfig Studio, todos contendo um círculo vermelho (alvo visual) de 80 pixels de diâmetro, com um ponto preto de 20 pixels de diâmetro em seu centro, fazendo diferentes movimentos na tela. No primeiro vídeo, o alvo realiza movimentos circulares em diferentes velocidades, no segundo movimentos lineares, e no terceiro o alvo desaparece e reaparece aleatoriamente em diferentes pontos na tela. Esses vídeos podem ser visualizados em: <https://tinyurl.com/OlhoDominante>

A aquisição dos sinais foi realizada utilizando o *eye-tracker* Tobii TX300, devidamente calibrado no início do experimento de forma individual para cada participante. Após isso foram apresentados os 3 vídeos, junto com uma orientação para tentarem “seguir” o alvo em cada vídeo com o olhar, da forma mais precisa possível.

3. Resultados

A Figura 2 ilustra os pontos teóricos das posições do alvo e dos movimentos oculares correspondentes, mostrando visualmente as diferenças entre os resultados

obtidos com o “Furo na Carta” e com os dados obtidos com o *eye-tracker*.

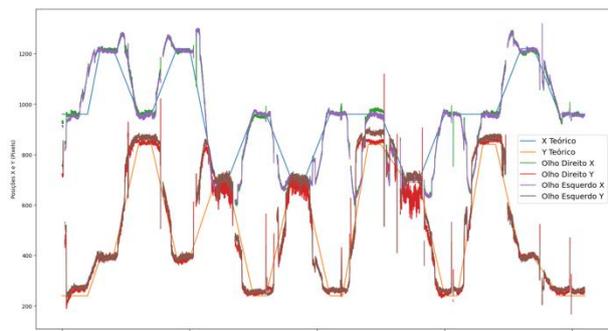


Figura 2 – Teste experimental e foco visual.

A Figura 3 mostra o espalhamento das fixações do mesmo vídeo ilustrado na Figura 2. Os pontos azuis indicam a média entre os dois olhos, os vermelhos o olho esquerdo, os verdes o olho direito e os números a posição teórica das fixações.

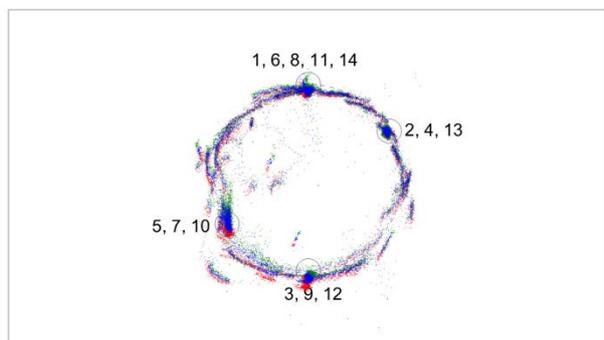


Figura 3 – Espalhamento das fixações.

Para comparar quantitativamente os resultados, conduzimos uma análise utilizando scripts em Python para calcularmos o erro quadrático médio (MSE) entre os dados experimentais e teóricos: para cada vídeo, o MSE foi calculado comparando os pontos de fixação registrados pelo *eye-tracker* com os pontos teóricos definidos na elaboração dos vídeos, da seguinte forma:

$$MSE_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{teórico,i} - X_{experimental,i})^2$$

Em que n é o número total de pares comparados, $X_{teórico,i}$ o valor teórico da coordenada para o instante temporal i de cada vídeo, e $X_{experimental,i}$ o valor obtido experimentalmente da coordenada correspondente para o mesmo instante i .

Observamos qualitativamente que existe divergência entre o olhar, no entanto, a precisão geral do olhar (média entre os pontos de fixação dos dois olhos) foi, para a maioria dos participantes, o conjunto de dados com os menores MSEs. Na Tabela 1, podemos observar o valor dos MSEs para o olho direito (OD), esquerdo (OE) e média (M), para os participantes P84 e P85. Ambos participantes obtiveram como resultado do teste experimental do “Furo na Carta” que seus olhos

dominantes eram o direito. Podemos observar (Tabela 1) que o valor referente a média teve maior precisão, com o olho direito tendo um desempenho melhor que o olho esquerdo.

Tabela 1 – Resultados MSE.

Participante	MSE OD	MSE OE	MSE M
P84	6471,731	6506,958	6331,75
P85	4257,778	4275,944	4132,01

4. Conclusões

Este estudo investigou a questão do olho dominante na precisão do rastreamento ocular. Os resultados indicam divergência visual entre os olhos, sugerindo que a dominância ocular pode afetar a precisão do rastreamento ocular. No entanto, a média entre os pontos de fixação dos dois olhos ainda mostrou-se a métrica matemática com os menores erros quadráticos.

Os resultados obtidos aqui fornecem possibilidades valiosas que podem auxiliar em pesquisas futuras, especialmente na aplicação de rastreamento ocular em áreas que exigem alta precisão e personalização, como interfaces adaptativas e estudos cognitivos.

Para trabalhos subsequentes, planejamos expandir o escopo do estudo, incluindo experimentos que envolvam tomadas de decisões e monitoramento da atividade pupilar. Essas mudanças visam aprofundar a compreensão da influência do olho dominante em diferentes contextos e melhorar a precisão das tecnologias de rastreamento ocular.

Referências

- [1] DURAND, A., GOULD, G., A method of determining ocular dominance, JAMA, 369-370, 1910.
- [2] TAGU et al., Quantifying eye dominance strength – New insights into the neurophysiological bases of saccadic asymmetries. Neuropsychologia, pp. 530-540, 2018.
- [3] SUK, H., KIM, S., The effect of Ocular Dominance on Decision Making in a Virtual Environment, Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology, pp. 671-676, 2020.

Agradecimentos

À instituição FEI pelo auxílio financeiro e pela disponibilização da infraestrutura e equipamentos necessários.

Aos voluntários que participaram do experimento para a aquisição dos dados.

¹ Aluno de IC da FEI. Projeto com vigência de 05/2023 a 04/2024.