



VI Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica  
VI EnICT  
ISSN: 2526-6772  
IFSP – Câmpus Araraquara  
21 e 22 de outubro de 2021



## Aplicação para realização de *eye-tracking* utilizando uma câmera Web

KAYLAINE BESSA DA SILVA<sup>1</sup>, JOSÉ ARNALDO MASCAGNI DE HOLANDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IFSP, kaylaine.bessa@aluno.ifsp.edu.br

<sup>2</sup> Doutor, IFSP, arnaldomh@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.04.02-9

**RESUMO:** Pessoas com deficiências severas de fala e motoras podem enfrentar uma grande dificuldade ao utilizar um sistema computacional. Isto devido às limitações dos meios tradicionais de entrada de dados, tais como teclado, mouse e telas sensíveis ao toque. Nesse sentido, sistemas que utilizam *eye-tracking* por meio de câmeras Web têm se destacado pelo seu baixo custo e seu potencial em capturar uma diversidade de sinais e movimentos. Este trabalho tem como foco apresentar as etapas iniciais do projeto e do desenvolvimento de um sistema de baixo custo baseado em *eye-tracking* para que esses indivíduos possam interagir com o computador mediante os movimentos dos olhos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *eye-tracking*; detecção dos olhos; rastreamento ocular.

### INTRODUÇÃO

Pessoas com deficiências severas podem apresentar uma enorme dificuldade de interatividade com sistemas computacionais. Isto porque, em parte dos casos, meios tradicionais de entrada de dados em tais sistemas, como teclado, mouse e telas sensíveis ao toque não atendem às necessidades desses indivíduos. Diversas soluções têm sido propostas e utilizadas no sentido de atenuar essa dificuldade de interação, como, por exemplo, reconhecimento de voz, sensores de atividade cerebral, sensores dos tipos *sip and puff*, entre outros (UTAMININGRUM et al., 2016). Uma das soluções para tal problema é o uso de *eye-tracking* (rastreamento ocular), como um dispositivo de entrada, o que possibilita a interação com o computador mediante o movimento dos olhos.

O foco deste trabalho está em técnicas de *eye-tracking* baseadas em vídeo. Nelas, uma câmera de vídeo capta o movimento dos olhos e um computador recebe e analisa os dados do olhar. A abordagem escolhida utiliza uma única câmera de luz visível para capturar as imagens. Para o processamento, é proposta a utilização de uma aplicação web implementada com linguagem JavaScript.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

*Eye-tracking* é o processo de rastrear o movimento dos olhos para definir, com precisão, o local para onde uma pessoa está olhando e por quanto tempo (KLAIB, 2021). Os sistemas de rastreamento ocular utilizam uma câmera de vídeo e algoritmos de processamento de imagem e visão computacional para detectar os olhos na imagem e seus movimentos em momentos distintos.

A partir da década de 1990, o uso de rastreadores oculares (*eye trackers*) está aumentando constantemente. A queda de preço dos sistemas de rastreamento ocular resultou em um uso mais amplo da tecnologia, sendo geralmente aplicada em pesquisas de *marketing* ou estudos de usabilidades (DREWES, 2010). Além das áreas mencionadas, a tecnologia também é utilizada em outros setores, como ergonomia, neurociência, psicologia e publicidade (WATANABE, 2010).

O *eye-tracking* demonstra ser uma excelente solução para o problema de interatividade entre o computador e pessoas com deficiências severas. Segundo Utaminingrum et al. (2016), a técnica de rastreamento ocular possui diversas vantagens, como, por exemplo, o fato de a solução atender a um número maior de usuários com deficiências, já que é uma solução que utiliza os olhos que estão diretamente ligados ao cérebro e, assim, possuem menos risco de limitações motoras derivadas de problemas na medula espinhal. Além disso, a técnica utiliza um sentido humano natural e com resposta ágil, o que torna menos necessário treinamentos prévios para sua aplicação.

## METODOLOGIA

O início do desenvolvimento deste projeto consistiu na avaliação de diversas bibliotecas de processamento de imagem em JavaScript. O objetivo desta avaliação é verificar a viabilidade do uso de cada biblioteca na detecção e rastreamento do movimento dos olhos, ao capturar as imagens de um rosto por meio de uma câmera Web. Dessa forma, para cada biblioteca, foram estudadas as estruturas de dados envolvidas, assim como os métodos e técnicas disponibilizados.

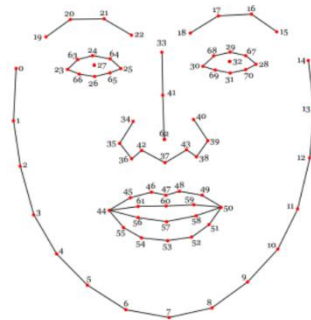
Em seguida, foram realizados testes com as bibliotecas selecionadas, com o objetivo de verificar a efetividade do uso das técnicas implementadas na detecção dos olhos e no rastreamento de seus movimentos. Para isto, foi desenvolvida uma aplicação Web baseada em JavaScript que permite testar o mapeamento entre o movimento dos olhos captados pela câmera e o acesso a diferentes áreas de interesse em uma página Web.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram investigadas e testadas as bibliotecas implementadas na linguagem de programação JavaScript, as quais possuem funções que auxiliam na manipulação e processamento de imagens, com o propósito de encontrar a mais adequada para ser utilizada no primeiro protótipo do projeto. As bibliotecas estudadas foram: *jsfeat*<sup>1</sup>; *tracking.js*<sup>2</sup>; *openCV.js*<sup>3</sup>; *Camgaze*<sup>4</sup>; *CLMTrackr*<sup>5</sup>; *p5.js*<sup>6</sup>; e *WebGazer.js*<sup>7</sup>.

Após o estudo, a biblioteca que se mostrou mais adequada à realização do rastreamento ocular foi a *CLMTrackr*. Tal conclusão se deve à facilidade de acesso ao movimento das pupilas proporcionado pela estrutura de dados utilizada pela biblioteca. Nela, a detecção do rosto de uma pessoa posicionada em frente à câmera Web utiliza algoritmos de aprendizagem de máquina. Ao detectar o rosto, os algoritmos determinam um modelo de face sobre da imagem, contendo pontos que indicam partes específicas do rosto humano. O modelo de face utilizando pela biblioteca *CLMTrackr* é mostrado na Figura 1.

Figura 1. Modelo de face com pontos de detecção da biblioteca *CLMTrackr*.



Fonte: <https://www.auduno.com/clmtrackr/docs/reference.html>

<sup>1</sup> Disponível em: <https://inspirit.github.io/jsfeat/>

<sup>2</sup> Disponível em: <https://trackingjs.com/>

<sup>3</sup> Disponível em: <https://docs.opencv.org/3.3.1/opencv.js>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://github.com/a20r/camgaze.js>

<sup>5</sup> Disponível em: <https://github.com/auduno/clmtrackr>

<sup>6</sup> Disponível em: <https://p5js.org/>

<sup>7</sup> Disponível em: <https://webgazer.cs.brown.edu/>

A detecção do posicionamento das pupilas torna possível a implementação de um algoritmo capaz de acompanhar a movimentação dos olhos, e, conseqüentemente, o olhar da pessoa ao visualizar o conteúdo da tela do computador. Esse algoritmo consegue detectar os olhos a partir dos pontos 27 e 32 representados na Figura 1, os quais retornam as coordenadas x e y dos olhos na imagem capturada pela câmera de vídeo. Além disso, o código também desenha pontos em cima da pupila. Isto é viável com a utilização da biblioteca *p5.js*.

Em seguida, foram realizados testes para verificar a eficiência do algoritmo em rastrear o movimento dos olhos e mapeá-lo na tela do computador. Para isso, foi desenvolvida uma aplicação Web que divide a tela do computador em nove áreas, conforme demonstrado na Figura 2. O teste consistiu em registrar as coordenadas X e Y das pupilas de uma pessoa ao direcionar o seu olhar para cada umas das áreas.

Figura 2. Regiões definidas na página web para testes.



Os valores das coordenadas obtidos para cada pupila foram distribuídos nos gráficos das Figuras 3 e 4. O objetivo dessa análise é verificar se, dadas as coordenadas X e Y indicando as posições das pupilas, é possível determinar corretamente a área que está sob observação. Por meio dos resultados obtidos, é possível perceber que os pontos das áreas 1, 2, 3, 6, 7, 8, e 9 encontram-se bem delimitados, com poucas ocorrências de intersecção entre áreas. Já os pontos das áreas 4 e 5 apresentaram uma grande intersecção, o que dificultaria a diferenciação da detecção do olhar nessas áreas.

Figura 3. Resultado do teste referente ao ponto 27.

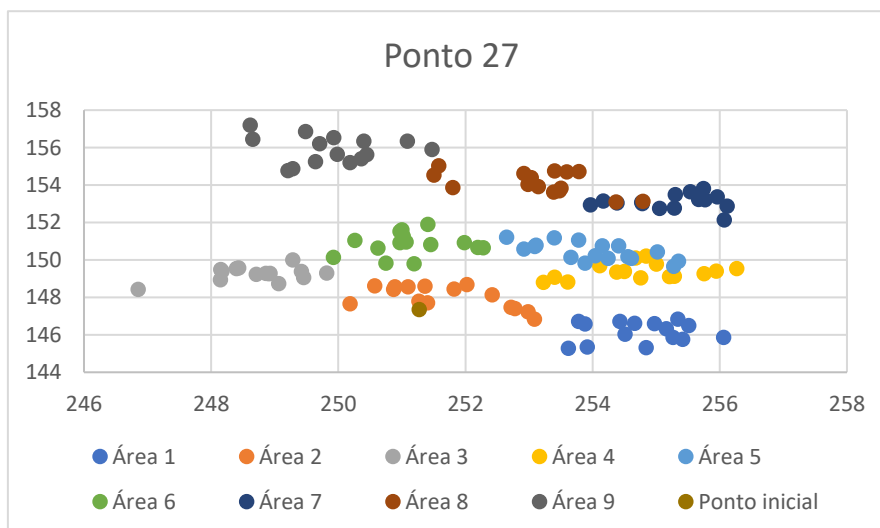
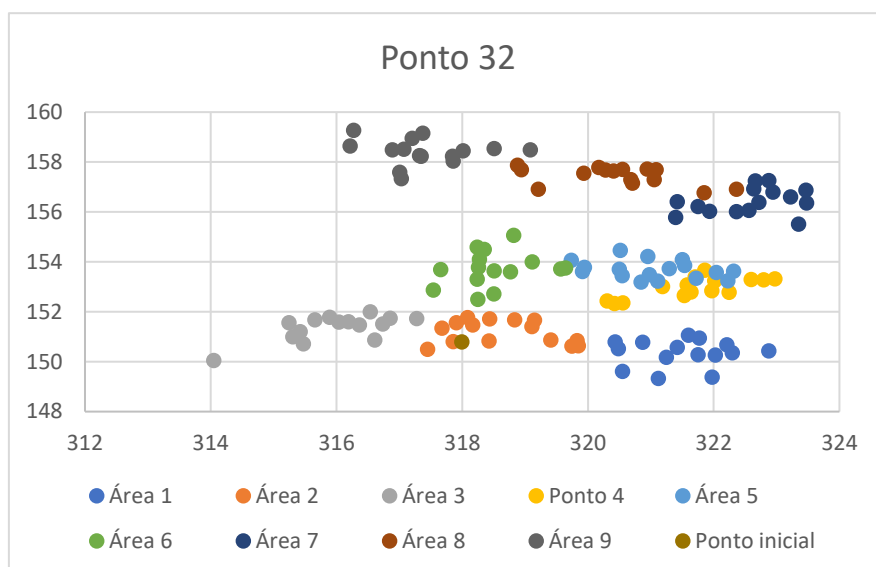


Figura 4. Resultado do teste referente ao ponto 32.



## CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados preliminares apresentados, conclui-se que ainda é necessário melhorar a técnica de detecção e mapeamento do olhar, para determinar a área observada com maior precisão. Assim, foi definida como estratégia futura, utilizar o deslocamento das pupilas não mais de forma absoluta, mas relativa à pontos de referência fixos na imagem capturada.

O novo método escolhido consiste em utilizar pontos fixos no rosto, como por exemplo o nariz, como referência para determinar o deslocamento da pupila. Dessa maneira, espera-se que os resultados de novos testes, que serão feitos com esse novo código, apresentem nos gráficos de dispersão pontos que definam bem as áreas delimitadas, para que assim seja possível utilizar o deslocamento da pupila, detectado pelo algoritmo implementado, como uma forma de navegação na página Web.

## REFERÊNCIAS

DREWES, H. **Eye Gaze Tracking for Human Computer Interaction**. 2010. Dissertation - LMU München: Faculty of Mathematics, Computer Science and Statistics, München, 2010.

KLAIB, A. F.; ALSREHIN, N. O.; MELHEM, W. Y.; BASHTAWI, H. O.; MAGABLEH, A. A. Eye tracking algorithms, techniques, tools, and applications with an emphasis on machine learning and Internet of Things technologies. **Expert Systems with Applications**. v.166, 2021.

UTAMININGRUM, F.; FAUZI, M. A.; SARI, Y. A.; PRIMASWARA, R.; ADINUGROHO, S. Eye Movement as Navigator for Disabled Person. *In: Proceedings of the 2016 International Conference on Communication and Information Systems*, 2016, Nova York.

WATANABE, M.V.H. **Eye Tracking e Suas Aplicações**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.