

OPENCV APLICADO NO RASTREAMENTO OCULAR

DIANA B. S. RODRIGUES¹, FABRICIO B. NARCIZO², MARIO T. SHIMANUKI³

¹ Graduanda em Tecnologia de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, diana.r@ifsp.edu.br.

² Pesquisador no IT University of Copenhagen, ITU, Copenhagen, fabricio@fabricio.net.br

³ Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, mario.shimanuki@gmail.com

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: O rastreamento ocular é um processo que visa extrair informações sobre o comportamento visual de um indivíduo por intermédio da análise de movimentos oculares, tais como: (i) fixações, a estabilização do foco de atenção visual do indivíduo em um objeto de interesse; (ii) sacadas, (rápidos movimentos oculares entre duas fixações) e (iii) perseguições suaves (quando os olhos seguem algum objeto em movimento). É notório que a atividade ocular humana é uma maneira muito eficaz de interação, e sistemas de rastreamento ocular possibilitam que indivíduos possam interagir com o mundo externo exclusivamente por meio dos movimentos oculares. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um algoritmo computacional para rastreamento ocular utilizando a biblioteca OpenCV, esta é uma biblioteca livre multiplataforma, voltada para o desenvolvimento de programas na área de visão computacional. Fornecendo um conjunto de métodos essenciais para o desenvolvimento de sistemas de rastreamento ocular, os quais são vitais para as atuais e futuras gerações de interfaces computacionais, o OpenCV permitiu o desenvolvimento de um código capaz de localizar os olhos de um usuário. Durante o desenvolvimento do sistema, procurou-se diminuir as ocorrências de falsos-positivos e falsos-negativos alguns recursos desta biblioteca, melhorando o desempenho da detecção ocular.

PALAVRAS-CHAVE: rastreamento ocular; estimativa ocular; dispositivos rastreadores oculares; visão computacional; opencv

OPENCV APPLIED TO EYE TRACKING

ABSTRACT: Eye tracking aims to extract essential information from the user's visual activities via the analysis of eye movements, such as (i) fixations, which stabilize the user's focus of attention on an object of interest; (ii) saccades, fast eye movements between fixations; and (iii) smooth pursuits (which occur when the eyes follow a moving target). The human eye movements are valuable source of interaction, and eye tracking systems allow users interact with the world through computational tools. Thus, the objective of this research was to develop a computational algorithm for eye tracking using the OpenCV library, this is a free multiplatform library, focused on the development of computer vision programs. By providing a set of essential methods for developing eye tracking systems, which are the key sectors for which current and future digital interfaces are, or OpenCV allows the development of code that can locate a user's eyes. During system development, try to reduce occurrences of false positives and false effects by some features of this library by improving eye detection performance.

KEYWORDS: eye tracking; opencv; gaze estimation; computer vision; eye tracking devices

INTRODUÇÃO

OpenCV é uma biblioteca de código aberto destinada a: (i) aprendizado de máquina, onde, segundo Rello e Ballesteros (2015), é uma disciplina científica que estuda algoritmos capazes de aprender com dados e fazer previsões; (ii) visão computacional, onde, segundo Siqueira e Azevedo (2018), pode ser definida como um conjunto de técnicas e métodos que tornam sistemas computacionais capazes de interpretar e extrair informações de imagens; e (iii) processamento de imagem, que, de acordo com Marengoni e Stringhini (2009) possui métodos para a extração de informações em imagens digitais onde é possível alterar seu formato ou tamanho e filtrá-las para remover ruídos que ocorrem durante processo de aquisição da imagem.

Segundo Watanabe (2013), o rastreamento ocular, tem como objetivo estimar o ponto de maior interesse (*Point Of Regard - POR*) de um indivíduo dentro do seu campo de visão, onde, a estimativa do olhar (*Gaze Estimation*) pode ser representada por meio de um conjunto de coordenadas bidimensionais ou tridimensionais. Além do ponto de interesse, o foco da atenção visual pode ser representado pela linha de visão (*Line Of Sight - LOS*) que representa o eixo visual da estrutura ocular humana (por exemplo: um eixo conecta a fóvea e o objeto visualizado pelo indivíduo na cena e que passa pelo centro da córnea).

Diversas áreas de pesquisa usufruem dos dados fornecidos por ferramentas de rastreamento ocular, pois é possível identificar regiões de interesse de um indivíduo, descobrir quais elementos capturam mais a sua atenção e também a ordem de visualização de objetos durante uma sessão de rastreamento ocular, determinando a hierarquia de percepção visual.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada uma câmera USB de 5 MP sensível ao espectro infravermelho, com 4 fontes de iluminação infravermelho (LED) acoplados em sua estrutura, juntamente com a biblioteca OpenCV. Segundo Furnalett e Alves (2015), o LED infravermelho de baixa intensidade não causam nenhum problema na saúde de olhos humanos. Apesar do espectro infravermelho não ser visível a olho nu, ele pode ser captado por câmeras de vídeo e fotográficas sensíveis a luz infravermelha, não gerando desconforto aos usuários e melhorando a precisão dos sistemas de rastreamento ocular através da reflexão da iluminação enviada para a pupila.

Uma pesquisa inicial sobre projetos desenvolvidos com OpenCV forneceu informações necessárias para definir alguns métodos a serem utilizados neste projeto. A Figura 1 ilustra os principais métodos da biblioteca OpenCV (também utilizados para o desenvolvimento do código utilizado no projeto pois são a base para que detecção dos olhos fosse feita com êxito) a serem utilizados em diferentes etapas do desenvolvimento de um sistema de rastreamento ocular:

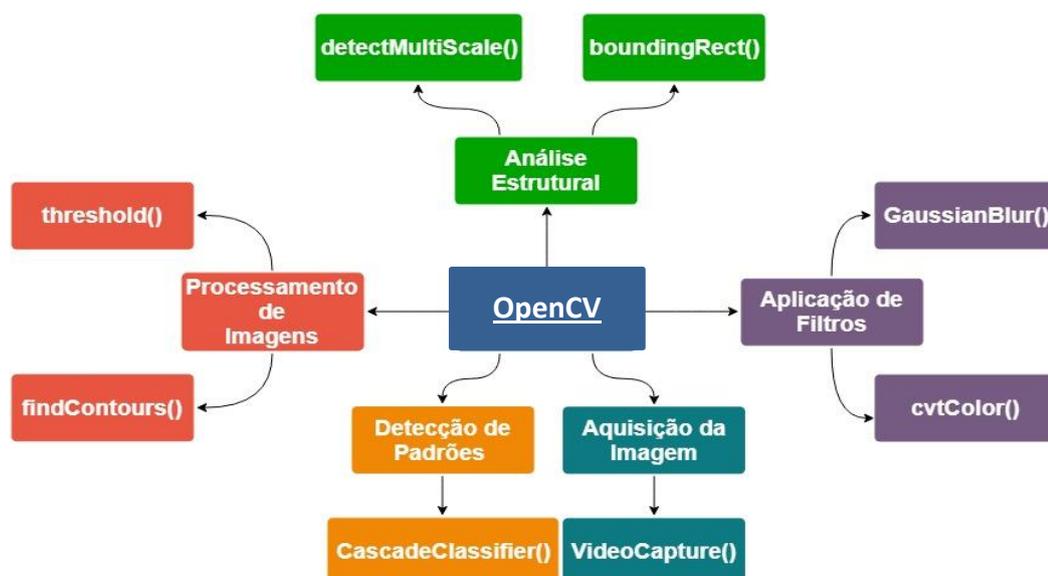


FIGURA 1. Diagrama de principais métodos da biblioteca OpenCV.

cascadeClassifier(): Classificador em cascata para detecção de características de interesse na imagem processada, e.g. face, olhos, dentre outros.

threshold(): Este método utiliza um limiar para separar regiões de uma imagem correspondente aos objetos que se deseja analisar.

gaussianBlur(): Este método visa atenuar os ruídos e detalhes presentes em imagens.

videoCapture(): Captura de vídeo a partir de sequências de imagens digitais.

cvtColor(): Converte uma imagem de diferentes espaços de cor, geralmente é utilizada para converter imagens coloridas para tons de cinza.

detectMultiscale(): Detecta objetos de diferentes tamanhos na imagem de entrada e os objetos detectados são retornados como uma lista de retângulos.

boundingRect(): É um método para definir retângulos delimitadores retos, ou seja, não considera a rotação do objeto. Portanto, a área do retângulo delimitador não será mínima.

findContours(): É utilizada para encontrar os contornos/limites de um objeto presente no frame, por meio do processamento de pixels brancos se encontram no fundo preto de uma imagem binária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos métodos citados, foi possível desenvolver um algoritmo de identificação e detecção da região dos olhos, porém, o mesmo possui uma certa fragilidade de resultados, ocorrendo muitas inconsistências de identificação, gerando falsos positivos (FIGURA 2). Dessa maneira, para corrigir esse problema, foram feitas algumas alterações, sendo a mais importante delas a detecção preliminar da face para depois iniciar a detecção dos olhos (demarcado com o retângulo azul na FIGURA 3), tornando a detecção mais assertiva.

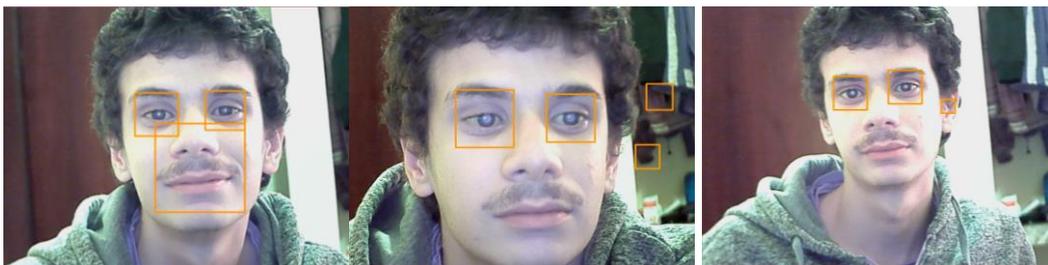


FIGURA 2. Resultados do algoritmo de detecção dos olhos com falsos positivos

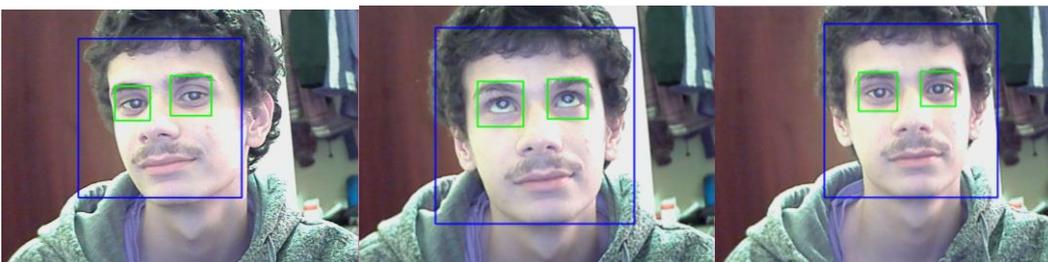


FIGURA 3. Resultados do algoritmo de detecção face e olhos após a detecção da face

CONCLUSÕES

Dispositivos rastreadores oculares já estão disponíveis no mercado, no entanto, a maioria possui um custo muito alto. Devido ao atual poder de processamento dos computadores pessoais e a disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento de sistemas de visão computacional, é possível desenvolver rastreadores oculares de baixo custo, com câmera de uso geral e iluminação infravermelha. A vantagem de se utilizar uma câmera com LED infravermelho é devido a facilidade de extração de características dos olhos (como pupila, reflexos da córnea, íris, etc) independente da cor dos olhos, pois o reflexo da luz infravermelha nos olhos possui o mesmo efeito em todos os olhos.

O presente trabalho descreve os resultados parciais obtidos até o momento. Para obter melhores resultados, serão pesquisadas técnicas mais assertivas (como *machine learning*) para detectar os olhos, juntamente com a detecção da pupila com o objetivo de identificar o olhar do indivíduo e a partir desses dados, tomar alguma decisão, como por exemplo, mover o cursor do mouse na tela do computador.

AGRADECIMENTOS: *Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação - PIBITI (Graduação) - IFSP/CNPq, edital nº 193, de Março de 2019 pelo apoio financeiro.*

REFERÊNCIAS

MARENGONI, M. ; STRINGHINI, D. . **Tutorial : Introdução à Visão Computacional com OpenCV.** Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Computação e Informática, 2009.

RELLO, L. ; BALLESTEROS, M. . **Detecting Readers with Dyslexia Using Machine Learning.** W4A, 2015.

SIQUEIRA, F. ; AZEVEDO, L. S. D. **Desenvolvimento de um dispositivo automático com visão computacional para apontamento em função do movimento e ajuste de velocidade de rotação dos motores.** Campos dos Goytacazes: Instituto Federal Fluminense, 2018.

TEAM, O. **OpenCV.** Disponível em: <<https://opencv.org>>. Acesso em: 20 Agosto 2019.

WATANABE, M. V. H. **Eye Tracking e suas Aplicações.** Londrina: Ciência da Computação Departamento de Computação da Universidade Estadual de Londrina, 2013.