



Sistema Computacional para Análise da Dinâmica Pupilar

Henrique Nunes Pereira Oliva, Camila Bim, Michelly Martins Ferreira, Jean Andrade Canestri, Marcos Pinotti, Mariane Luyara Campos Magalhães, Mikael Patrick Santos de Melo

Introdução

A Síndrome de Irlen (SI), doença já conhecida como hereditária, tem ganhado destaque por ser, atualmente, o diagnóstico para problemas de leitura que acometem jovens em escolas, sem que antes fosse possível determinar a razão para a falta de motivação ou grande desânimo associados à leitura, características essas comuns em casos de SI. Guimarães [1] explica que a caracterização desta síndrome foi feita pela psicóloga Helen Irlen, com um estudo prospectivo envolvendo centenas de adultos considerados analfabetos funcionais pela leitura deficiente e baixa escolaridade. O estudo, aprovado e financiado pelo Governo Federal Americano, foi apresentado perante a Associação Americana de Psicologia em Agosto de 1983.

Helen Irlen [2] concentrou seus estudos nos sintomas visuais que estes adultos apresentavam, denominando-os de Síndrome da Sensibilidade Escotópica, devido à preferência por locais menos iluminados durante tarefas com maior exigência visual. Além da fotofobia, outras manifestações/sintomas podem estar presentes: problemas na resolução visoespacial, restrição de alcance focal, dificuldades na manutenção do foco, astenopia e dificuldade na percepção de profundidade.

Há atualmente questionários e testes que auxiliam no reconhecimento de uma possível ocorrência da Síndrome de Irlen em um indivíduo, contudo, os adventos da tecnologia vêm como possível ferramenta para auxiliar no diagnóstico desta síndrome além de atuarem proporcionando a geração de novos estudos e estatísticas para aumentar o conhecimento e dados sobre o assunto.

Uma vez que a mudança do tamanho da pupila, em resposta a um estímulo de luz, é baseada em um equilíbrio funcional entre a atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático, a mensuração do tamanho da pupila é uma ferramenta valiosa para estudo de um grande número de funções e disfunções no organismo. Dessa forma, o presente estudo apresenta o desenvolvimento de um sistema de análise da dinâmica pupilar utilizando técnicas de visão computacional. O esperado é que o sistema seja capaz de processar imagens (*frames*) do olho humano para identificar a variação da área da pupila, ao longo do tempo, frente a um estímulo luminoso.

Material e métodos

A. Metodologia e Equipamentos

Técnicas computacionais, devidamente aplicadas, podem auxiliar na detecção e diagnóstico eficiente de doenças estudadas na atualidade. Para o caso de distúrbios associados à visão isto não é diferente. Logo, o presente trabalho visa desenvolver um software, compilado com o Microsoft Visual C++ Express Edition juntamente com o OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) para análise de imagens do olho de um indivíduo, que permitem avaliar o processo de variação na dinâmica pupilar quando submetida a um estímulo luminoso.

O que fundamenta o algoritmo é a manipulação das cores das imagens e vídeo captados pela câmera utilizada e, posterior a essa manipulação, o isolamento de uma ou mais cores para, por fim, delimitar geometrias compreendidas por uma cor em questão na presença de contraste e, com isso, obter o objeto almejado exposto em tela. Em outras palavras, o algoritmo base para o software desenvolvido detecta um objeto que se encontra em contraste e delimitar sua geometria, no caso, o formato circular da pupila.

As imagens a serem processadas foram obtidas com a resolução de $6,9 \times 10^5$ pixels e taxa de 20 frames por segundo. Para isso, foi utilizada uma câmera (Webcam Plug & Play 1.3 MP – Multilaser) adaptada para capturar imagens apenas na faixa do infravermelho - o filtro de ondas no infravermelho foi substituído por um filtro para comprimentos de ondas do espectro visível do ser humano. Essa medida foi adotada para suprir a necessidade de captura de imagens em ambientes com pouca iluminação e também para obter diferença de contraste entre íris escuras e a pupila.

B. Algoritmo e Processamento de Imagem com OpenCV

Como forma de implementar recursos referentes a Visão Computacional, é lançada mão da Biblioteca OpenCV. Bradski e Kaehler [3] explicam que OpenCV é uma biblioteca que possibilita a implementação de ferramentas de Visão Computacional. Ela é escrita em C ou C++ e opera nos sistemas Linux, Windows e Mac OS X. Um dos objetivos de



OpenCV é proporcionar uma infraestrutura simples de Visão Computacional que ajude as pessoas a implementar rapidamente diversas técnicas na imagem ou vídeo de entrada.

Este trabalho, como muitos outros interessados na dinâmica ocular, tem como foco recorrer a linguagem computacional para detecção das formas circulares do olho. A forma mais amplamente utilizada e comumente recomendada envolve a utilização da Transformada Circular de Hough. Como dito por Bradski e Kaehler [3], transformada de Hough é um método para encontrar linhas, círculos ou outras formas parametrizáveis. Como sua aplicação é compatível à linguagem C++ e permite fácil distinção da região compreendida pela pupila, encaixa-se perfeitamente ao intento do trabalho.

Resultados e Discussão

Os resultados alcançados, obtidos por meio do algoritmo referido nesta pesquisa, contaram com influência do trabalho de Costa e Gonzaga [4], que também avalia as características dinâmicas de contração e dilatação pupilar. Trabalhos como os de Souza *et al.*[5] e Ferrarezi [6] mostram que diferentes técnicas podem ser empregadas em algoritmo para atingirem fins de analisar dinamicamente a pupila, além de serem possíveis variadas análises considerando parâmetros distintos de estudo.

Ao executar o programa os resultados podem ser vistos pelas Fig. 1A, Fig.1B e Fig. 1C que ilustram, separadamente, as janelas que são visualizadas com o software em funcionamento. As três janelas são exibidas simultaneamente em regiões distintas do monitor e, no algoritmo do programa, podem ter seu tamanho arbitrado.

Na Fig. 1A é apresentada a imagem que é processada pela câmera infravermelha, sem qualquer alteração causada pelo software em execução. A Fig. 1B ilustra uma janela do software em execução no momento em que a função Transformada de Hough para localização de círculos é executada, de modo a distinguir a região da pupila em relação aos demais objetos. É importante observar que, conforme a pupila altera seu diâmetro aproximado, o círculo vermelho que a distingue dos demais elementos tende a acompanhar essa alteração, o que permite visualização das proporções da pupila em tempo real. Já a Fig. 1C expõe as imagens, apresentadas anteriormente, porém em escala de cinza – preto/branco, o que permite fácil distinção do círculo da pupila, em relação a qualquer outra geometria observada na imagem, ou seja, qualquer outro elemento da face, como mesmo à íris, que também é circular.

Conclusão

Nesse trabalho foi abordada a questão de distúrbios neurovisuais e a importância de desenvolvimento de técnicas para diagnóstico e evolução do tratamento. Também foram ressaltados alguns aspectos fisiológicos que auxiliam na elaboração e desenvolvimento do estudo. Os resultados mostram a eficiência do software elaborado.

Outras possibilidades de trabalhos são associadas em harmonia com o aqui exposto. Trabalhos já existentes e que ainda podem ser desenvolvidos. Exemplos são hardwares compatíveis com o software desenvolvido, que podem variar das estruturas mais simples aos designs mais arrojados, ergonômicos e futurísticos; refinamento no código de modo a permitir que o mesmo seja mais bem compreendido por leigos ou mesmo conter novas funções que agreguem aos propósitos da pesquisa.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido com apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e da Fundação Hospital de Olhos Dr. Ricardo Guimarães.

Referências

- [1] GUIMARÃES, M. R. **Síndrome de Irlen**. 2013. Disponível em: <<http://www.dislexiadeleitura.com.br/artigos.php?codigo=53>>. Acesso em: 08 Jul. 2014.
- [2] IRLLEN, H. Reading by the colors, **The Berkeley Publishing Group**, New York, United States, 1991. 208 p.
- [3] BRADSKI, G.; KAEHLER, A. **Learning OpenCV – Computer Vision with the OpenCV Library**, Ed. O'Reilly Media, United States, 2008, 580 p.
- [4] COSTA, R. M.; GONZAGA, A. **Nova abordagem para reconhecimento biométrico baseado em características dinâmicas da íris humana**, Proceedings of the 4th workshop de Visão Computacional, Bauru, Brasil, v. 1, pp. 75-81, 2008.
- [5] SOUZA, J. K. S *et al.* An open-source, FireWire camera-based, Labview-controlled image acquisition system for automated, dynamic pupillometry and blink detection, **Computer methods and programs in biomedicine**, v. 112, pp. 607-623, 2013.

[6] FERRAREZI, G. P., 2010, Sistema de aquisição de imagem do olho humano para avaliação da resposta da pupila submetida a estímulos luminosos. 2010. 64 p. Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil, 2010.

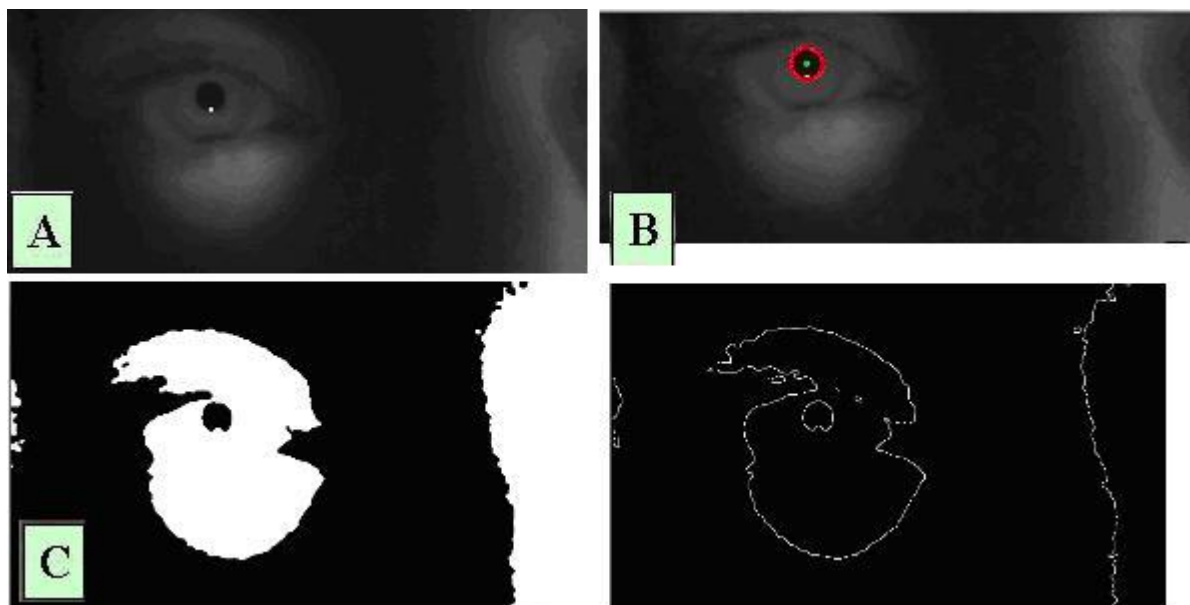


Figura 1. Janelas de imagem exibidas pela câmera conectada ao computador, com o algoritmo em execução: Fig. 1A, Imagem obtida pela câmera; Fig. 1B, Imagem no momento de detecção de pupila pelo Software; Fig. 1C, Imagens em escala de cinza, também obtidas pela câmera e por efeito do Software, com a finalidade de contrastar a Pupila.