

Name : Muhammad Taufiq Setiawan  
Title : Pupil Localization Based on Adaptive Hough Circle Transform and Otsu Thresholding

### ABSTRACT

Video-oculography (VOG) is a type of eye tracking system that is based on image processing technology used for analyzing various eye movements. The main disadvantage of the system is the low level of accuracy when the eyes are in high occlusion that is, when the pupils are closed by the eyelids so that only a small portion of the pupil area can be recorded by the camera. Although previous research has developed a pupil detection algorithm for real-time systems in high occlusion conditions, the algorithm is only able to maintain accuracy above 80% when the occlusion rate of the eyelids is below 60% of the pupil diameter. Furthermore, the accuracy of the previously developed algorithm decreases dramatically when the eyelid occlusion level is equal to or above 60% of the pupil diameter.

To deal with this problem, we propose a new method for identifying the pupil position of the eye using a robust pupil tracking algorithm to measure the position of the eye in high occlusion, especially when 70% of the pupil area is closed by the eyelid. The developed algorithm is implemented in the Visual Studio IDE and is tested on image and video datasets. The proposed algorithm consists of thresholding processes with the Otsu method, cropping, morphological operations and adaptive Hough circle transform. Accuracy and processing time were also measured and compared with the pupil identification method that had been developed in previous studies.

The results of our study indicate that the proposed algorithm yields an accuracy of 98.9% when occlusion reaches 90% of the pupil area. In future, this research is expected to be used as a reference for developing a video-oculography system for the purpose of medical diagnosis and HCI as well as for other fields related to the analysis of eye movements.

**Keywords** – *computer vision, high occlusion, Otsu thresholding, morphology operation, adaptive Hough circle transform*

Nama : Muhammad Taufiq Setiawan  
Judul : Pengembangan Sistem *Pupil Localization* dengan Metode *Adaptive Hough Circle Transform* dan *Otsu Thresholding*

## ABSTRACT

*Video-oculography* (VOG) merupakan salah satu jenis perangkat *eye tracking* berbasis teknologi pengolahan citra untuk menganalisis berbagai macam gerakan mata. Kelemahan utama dari sistem tersebut adalah rendahnya tingkat akurasi saat mata dalam kondisi *high occlusion* yakni saat pupil tertutup oleh kelopak mata sehingga hanya sebagian kecil area pupil yang dapat direkam oleh kamera. Meskipun penelitian sebelumnya sudah mengembangkan algoritme pendeteksi pupil untuk sistem *real-time* dalam kondisi *high occlusion*, algoritme tersebut hanya mampu mempertahankan akurasi di atas 80% pada saat tingkat oklusi kelopak mata di bawah 60% dari diameter pupil. Lebih jauh, akurasi algoritme yang telah dikembangkan sebelumnya akan mengalami penurunan secara drastis pada saat tingkat oklusi kelopak mata sama dengan atau di atas 60% dari diameter pupil.

Pada penelitian ini, kami mengusulkan sebuah metode baru untuk mengidentifikasi posisi pupil mata dengan menggunakan algoritme *robust pupil tracking* untuk mengukur posisi mata dalam keadaan *high occlusion*, utamanya saat 70% area pupil tertutup oleh kelopak mata. Algoritme yang dikembangkan diimplementasikan pada IDE Visual Studio dan diujikan pada *dataset* citra dan video. Algoritme yang diusulkan terdiri dari proses *thresholding* dengan metode Otsu, *cropping*, operasi morfologi dan *adaptive Hough circle transform*. Akurasi dan waktu pemrosesan juga diukur dan dibandingkan dengan metode identifikasi pupil yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya.

Hasil pada penelitian menunjukkan bahwa algoritme yang diusulkan menghasilkan akurasi sebesar 98,9% saat *occlusion* mencapai 90% dari area pupil. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan sistem *video-oculography* untuk tujuan diagnosis medis maupun HCI serta untuk bidang lain yang berhubungan dengan analisis pergerakan mata.

**Kata kunci :** *computer vision, high occlusion, Otsu thresholding, morphology operation, adaptive Hough circle transform*