

ABSTRACT

Eye tracking is a system that measures the movements of eye. The movement data can be used to detect vertigo disease. One of vertigo's symptoms is an involuntary movement of eye called nystagmus which happens about the line of sight or in torsional rotation. Video-oculography (VOG) is one of methods to track the movement of eye by utilizing image processing algorithm. Center of gravity, curvature algorithm or ellipse fitting are utilized to measure the movement of eye horizontally and vertically. The torsional movement is measured by utilizing cross-correlation or template matching method. However, these methods are not robust when the pupil tracking is not precise. The error can be caused by the nonuniformity of image's contrast.

In this study, we propose torsional eye tracking system using optical flow detection by utilizing Lucas-Kanade method. Adaptive thresholding was utilized to solve the problem which occurred when the image's contrast is not uniform. The algorithm was implemented in a GUI program using Visual Studio and was tested in images dataset and camera directly. The main processes of algorithm are pupil tracking, rubber sheet transformation, contrast enhancement using Sobel operator, feature extraction using Good Features to Track and optical flow detection using Lucas-Kanade.

The accuracy and processing time was measured and compared to template matching method. The result shows that the error of proposed algorithm is 0.13° , lower than the error of template matching (0.34°). Moreover, the proposed system is more robust to pupil center shifting compared to template matching method, especially when the pupil is shifted more than 8 pixels. The processing time of the system is 2.2 ms, which is lower than the processing time of template matching method (14.1 ms). Therefore, the system can be used in real-time environment. Our research may be used as a first milestone to develop complete video-oculography system especially for medical diagnostics purpose.

Keywords – Optical flow detection, Lucas-Kanade, feature extraction, template matching, vertigo

INTISARI

Eye tracking merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mengukur pergerakan mata. Salah satu kegunaan informasi pergerakan mata adalah untuk deteksi penyakit vertigo. Vertigo ditandai dengan adanya pergerakan mata tak sadar yang disebut *nystagmus* yang terjadi secara *torsional*. Salah satu metode yang digunakan dalam *eye tracking* adalah *video-oculography* (VOG) yang menggunakan algoritme pengolahan citra untuk mengekstrak pergerakan mata. Metode *center of gravity*, *curvature*, dan *ellipse fitting* digunakan untuk menghitung pergerakan horizontal dan vertikal. Perhitungan pergerakan *torsional* dilakukan dengan metode *cross correlation* dan *template matching*. Namun metode ini kurang tahan terhadap kesalahan pada estimasi posisi pupil. Sementara itu, estimasi posisi pupil dapat mengalami kesalahan karena citra yang diproses memiliki pencahayaan yang kurang seragam.

Pada penelitian ini, diusulkan sistem *torsional eye tracking* dengan menggunakan metode *optical flow detection* dengan menggunakan algoritme Lucas-Kanade. *Adaptive thresholding* digunakan untuk mengatasi masalah pencahayaan yang kurang seragam. Algoritme yang dikembangkan akan diimplementasikan menjadi program dengan Visual Studio dan diujikan pada *dataset* citra dan dengan kamera. Algoritme terdiri dari proses *pupil tracking* dengan *adaptive thresholding*, transformasi *rubber sheet*, perbaikan kontras dengan operator Sobel, ekstraksi fitur dengan *good features to track*, dan *optical flow detection* dengan Lucas-Kanade.

Akurasi dan waktu pemrosesan akan diukur dan dibandingkan dengan metode *template matching*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritme yang diusulkan memiliki tingkat galat yang lebih kecil, yaitu 0,13 dibandingkan dengan 0,34. Selain itu, sistem yang dikembangkan lebih tahan terhadap kesalahan posisi pupil dibandingkan dengan algoritme *template matching*, terutama saat kesalahan posisi pupil melebihi 8 piksel. Waktu pemrosesan algoritme yang diusulkan lebih rendah dibandingkan dengan algoritme *template matching*, yaitu 2,2 ms dibandingkan dengan 14,1 ms; sehingga sistem ini dapat digunakan secara *real-time*. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan sistem *video-oculography* khususnya untuk tujuan medis.

Kata kunci – deteksi gerakan optis, Lucas-Kanade, ekstraksi fitur, pencocokan *template*, vertigo