หัวข้อวิทยานิพนธ์ การติดตามการเพ่งมองแบบอัตโนมัติโดยใช้แบบจำลองตาสามมิติด้วยกล้องเดี่ยว

ผู้เขียน นายวิโรจน์ ปงลังกา

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

รศ.ดร. นิพนธ์ ธีรอำพน	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ.ดร. เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.ดร. ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบการติดตามการเพ่งมองบนจอภาพ โดยใช้แบบจำลองตาสามมิติ สำหรับการคำนวณหาตำแหน่งการเพ่งมองบนจอภาพแบบอัตโนมัติ โดยมุ่งความสนใจที่การแก้ปัญหาค่าความถูกต้องจากการประเมินค่าตำแหน่งตาที่มองบนจอภาพมีค่าลดลง จากสาเหตุการเคลื่อนที่ของศีรษะของผู้เข้าร่วมทดลอง แบบจำลองตาสามมิติถูกสร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลระยะห่างระหว่างศีรษะของผู้ร่วมทดลองและจอภาพ ได้รับจากกล้องเดี่ยว งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการประมาณระยะห่าง 3 วิธีการ โดยใช้หลักการความเข้มของแสงระดับเทา หลักการค่าลักษณะเฉพาะของม่านตาและการใช้พื้นที่ม่านตา

วิธีการที่เสนอได้รับการพิสูจน์ความถูกต้องโดยใช้อาสาสมัคร 51 รายในการทดสอบการเพ่งมองบนจอภาพ วิธีการทดลองได้กำหนดระยะห่างระหว่างศีรษะและจอภาพเป็นระยะ 60 เซนติเมตร จนถึงระยะ 80 เซนติเมตร การประมาณค่าตำแหน่งการเพ่งมองบนจอภาพได้ทดสอบด้วยสองวิธีการที่เสนอโดยการใช้หลักการของความเข้มของแสงระดับเทา และการใช้พื้นที่ของม่านตาสำหรับการประมาณค่าระยะห่างระหว่างตาและจอภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณระยะห่างระหว่างตาและจอภาพ โดยใช้หลักการความเข้มของแสงระดับเทา ถูกสร้างแบบจำลองด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดของพหุนามอันดับสอง ได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องร้อยละ 96.54 โดยวิธีการค่าลักษณะเฉพาะจากแบบจำลองเลขชี้กำลังได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องร้อยละ 96.69 และโดยวิธีการใช้พื้นที่ของม่านตา ได้จากการใช้แบบจำลองเลขชี้กำลังได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องร้อยละ 97.43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินค่าตำแหน่งการเพ่งมองบนจอภาพโดยวิธีการความเข้มของแสงระดับเทา สำหรับเงื่อนไขของศีรษะผู้ทดลองที่มีการเคลื่อนที่ทั้งสามทิศทางได้แก่ ทิศทางตรงกลางจอภาพ ศีรษะเอียงทางขวา และศีรษะเอียงทางซ้ายของจอภาพ ได้ค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาด 2.55, 2.72 และ 2.81 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้ด้วยวิธีการใช้พื้นที่ของม่านตาได้ค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาด 2.44, 2.50, และ 2.53 เซนติเมตร

วิธีการที่เสนอได้รับการพิสูจน์โดยการคำนวณหาค่าช่วงความเชื่อมั่นสำหรับตำแหน่งการเพ่งมองบนจอภาพทุกตำแหน่ง ผลลัพธ์ที่ได้จากเงื่อนไขศีรษะอยู่ในทิศทางตรงกลางจอภาพ ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งสองวิธีการเท่ากัน จากการใช้วิธีการของความเข้มของแสงระดับเทา และการใช้พื้นที่ม่านตา ผลลัพธ์ที่ได้ภายใต้เงื่อนไขศีรษะที่มีการเคลื่อนที่ จากการใช้พื้นที่ม่านตามีค่าความผิดพลาดที่ต่ำกว่าการใช้ความเข้มของแสงระดับเทา ประสิทธิภาพของวิธีการที่เสนอนี้ได้รับการพิสูจน์ค่าความผิดพลาดต่ำและค่าช่วงความเชื่อมั่นที่มีค่าต่ำ สามารถประยุกต์ใช้งานสำหรับระบบการติดตามการเพ่งมองแบบอัตโนมัติสำหรับผู้ใช้งานที่มีการเคลื่อนที่ของศีรษะได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Automatic Eye Gaze Tracking Using Three-Dimensional Eye Model with Single Camera	
Author	Mr. Wirot Ponglangka	
Degree	Doctor of Philosophy (Electrical Engineering)	
Advisory Committee	Assoc. Prof. Dr. Nipon Theera-Umpon	Advisor
	Assoc. Prof. Dr. Sermsak Uatrongjit	Co-advisor
	Asst. Prof. Dr. Sansanee Auephanwiriyakul	Co-advisor

ABSTRACT

This thesis proposes eye gaze tracking system by using a three-dimensional eye model to automatically compute the eye gaze point on the screen. The problem is challenging since head movements can decrease the accuracy of the eye gaze point estimation. The system consisting of a single camera and a three-dimensional eye model was constructed by using the information of a distance between the head and the screen. Three methods for eye gaze distance estimation are proposed using the principle of the gray-level intensity, the principle of the eigenvalues, and the principle of the iris area.

The proposed methods were verified by using 51 volunteers for the eye gaze on the screen estimation. The experiment was performed by setting the distance between the participant's head and the screen from 60 to 80 cm. The eye gaze points on the screen estimation were determined by two approaches: the principle of the gray-level intensity of image patches and the principle of the iris area for eye gaze distance estimation. The results obtained from the two approaches were then compared with each other. The results of the eye gaze distance estimation from the principle of gray-level intensity modeled by the least squares second order polynomial showed 96.54% accuracy; those obtained by the eigenvalues modeled by the exponential regression method showed 96.69 % accuracy; and those obtained from the iris area modeled by the exponential regression method showed 97.43% accuracy. The results of eye gaze point on the screen

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

by using the gray-level intensity of image patches under three conditions including when the head was placed at the middle of the screen, when the head was tilted to the right, and the left are 2.55, 2.72, and 2.81 cm root mean square errors, respectively. Whereas, the results from the principle of the iris area showed 2.44, 2.50, and 2.53 cm root mean square errors, respectively.

The performances of the proposed methods were analyzed by using the confidence interval computation for all of the eye gaze points on the screen. Under the condition when the head was placed at the center of the screen, the results obtained from both methods, which were gray-level intensity of the image patch and the iris area, were the same. Under the condition of the head movements, the iris area method is superior to gray-level intensity method. Such performances confirmed that the proposed method could provide results with low root mean square error and low confidence interval. As a result, it can be used for eye gaze tracking system application with the user's head movements.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved