รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ภาษาไทย: การจำแนกท่าทางของตาโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าการกลอกตา

ภาษาอังกฤษ: Discrimination of Eye Motions Using Electrooculography (EOG) Signal

คณะผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรชัย พฤกษ์ภัทรานนต์
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ฉิ่มสกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2554

บทคัดย่อ

สัญญาณไฟฟ้าการกลอกตานิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและได้รับประสบความสำเร็จที่ใช้ในการตรวจจับลักษณะกิจกรรมของดวงตา โดยมีนำการจำแนกท่าทางการเคลื่อนไหวดวงตามาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ นอกจากนี้มีการนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นที่ใช้ควบคุมเมาส์เสมือนจริง ควบคุมแป้นพิมพ์ รถเข็นไฟฟ้า และหุ่นยนต์อำนวยความสะดวกในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้สัญญาณไฟฟ้าการกลอกตาได้มีมานานถึงสองทศวรรษที่ผ่านมา แต่ก่อนที่จะนำสัญญาณไฟฟ้าการกลอกตาไปใช้ประโยชน์จำเป็นต้องทำการคัดเลือกคุณลักษณะเด่นที่มีประโยชน์ก่อน ในการทำงานวิจัยนี้ได้ใช้คุณลักษณะเด่น 16 ลักษณะจาก 2 ช่องสัญญาณ คือค่าแอมพลิจูดที่มากที่สุดและน้อยที่สุด ค่าตำแหน่งที่ค่าแอมพลิจูดมีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุด ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าจำนวนครั้งที่ตัดผ่านค่าขีดแบ่ง ค่าความแปรปรวน และค่าความชัน ซึ่งจะได้มาจากสัญญาณในแนวตั้งและแนวนอน ในการทดลองกับสัญญาณไฟฟ้าการกลอกตาจากอาสาสมัครทั้ง 5 คนที่ทำการเคลื่อนไหวดวงตา 10 ท่าทางคือ กลอกตาขึ้นบน กลอกตาลงล่าง กลอกตาไปทางขวา กลอกตาไปทางซ้าย กลอกตาเฉียงขึ้นขวา กลอกตาเฉียงขึ้นซ้าย กลอกตาเฉียงลงขวา กลอกตาเฉียงลงซ้าย กลอกตาตามเข็มนาฬิกา และกลอกตาทวนเข็มนาฬิกา ได้แสดงด้วยค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะเด่นและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การพล็อตการกระจายตัวของคุณลักษณะเด่นเพื่อแสดงความแตกต่างกันระหว่างคุณลักษณะเด่นแต่ละลักษณะ การใช้ผลการทดลองมาวิเคราะห์พบว่า ค่าความชันเป็นคุณลักษณะเด่นที่ให้ผลดีที่สุด โดยเกิดจากการประยุกต์ใช้ค่าแอมพลิจูดที่มากที่สุดและน้อยที่สุด ค่าตำแหน่งที่ค่าแอมพลิจูดมีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุด ซึ่งการรวมกันของคุณลักษณะเด่นเหล่านี้เป็นประโยชน์สำหรับการจำแนกท่าทางการเคลื่อนไหวดวงตา เมื่อนำการประยุกต์ใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมทำให้ได้ผลการคัดแยก 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นคุณลักษณะเด่นและผลการคัดแยกเหล่านี้จะมีประโยชน์สำหรับการใช้งานเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ ในงานวิจัยขั้นสูงในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ สัญญาณไฟฟ้าการกลอกตา, การเคลื่อนไหวดวงตา, การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์, การจำแนก, คุณลักษณะเด่น

ABSTRACT

Electrooculography (EOG) signal is a widely and successfully used to detect activities of human eye. Use of the EOG signals as a control signal for human-computer interface (HCI) plays a central role in the understanding, characterization and classification of eye movements which can be applied to a wide variety of applications consisting of virtual mouse and keyboard control, electric power wheelchairs and industrial assistive robots. The advantages of the EOG-based interface over other conventional interfaces have been presented in the last two decades; however, due to a lot of information in EOG signals, the extraction of useful features should be done before the classification task. In this study, sixteen useful features extracted from two directional EOG signals: vertical (V) and horizontal (H) signals have been presented and evaluated. There are the maximum peak and valley amplitude values (PAV and VAV), the maximum peak and valley position values (PAP and VAP), the area under curve value (AUC), the number of threshold crossing value (TCV), EOG variance (VAR), and Slop (M) which are derived from both V and H signals. In the experiments, EOG signals obtained from five healthy subjects with ten directional eye movements were employed: up, down, right, left, up-right, up-left, down-right down-left clockwise and counterclockwise. The mean feature values and their standard deviations have been reported. Most features show the difference between the mean feature values. Using the scatter plot, the differences in features can be clearly seen, particularly for M of V and H signal. Results show that classification accuracy approaches 100%. The combination of these features may be useful for the classification of EOG signals in both class separability and robustness point of views. These features and this result can be useful for various advanced HCI applications in future researches, notably eye-exercise and eye-writing recognitions.

Keywords: Electrooculography (EOG) signal, Eye movement, Human-computer interface (HCI), Classification, Feature