透過式眼鏡型視線検出システムの実用化に向けた人的要因の検討

Human Factors for Practical Use of Wearable Line-of-Sight Detection System

○学 小川実穂 (慶大) 学 小澤 真昂 (慶大) 学 三幣 康太 (慶大)
Carlos Cotes (慶大) 正 三木 則尚 (慶大, JST PRESTO)

Miho Ogawa, Keio University, 3-14-1 Hiyoshi Kohoku-ku Yokohama Kanagawa Japan
Masataka Ozawa, Keio University, 3-14-1 Hiyoshi Kohoku-ku Yokohama Kanagawa Japan
Kota Sampei, Keio University, 3-14-1 Hiyoshi Kohoku-ku Yokohama Kanagawa Japan
Carlos Cotes, Keio University, 3-14-1 Hiyoshi Kohoku-ku Yokohama Kanagawa Japan
Norihiisa Miki, Keio University, 3-14-1 Hiyoshi Kohoku-ku Yokohama Kanagawa Japan

The line-of-sight detection system has promising applications in various fields, such as human-computer interaction and marketing. In our previous work, we proposed wearable line-of-sight detection system using micro-fabricated transparent optical sensor on eyeglass and successfully demonstrated line-of-sight detection using the proposed system. However, it required careful calibration with respect to each user and line-of-sight detection even failed for some subjects. We consider that characteristics of the subjects that include shapes of eyes, heights of noses, etc. are the crucial parameters. We investigated which factors are dominant on the reaction rate and the reaction speed of the cells to achieve a practical use.

Key Words: Line-of-sight detection system, Dye-sensitized solar cell, Information communication technology

1. 序論

視線検出技術は、視線追跡を利用したヒューマンインタフェースやマーケティングツールなど幅広い分野への応用が期待されている。現在主流である視線検出システムは、外部カメラを用いて眼球運動を撮影し視線を検出する手法であるが、これらの視線検出システムは被験者の行動範囲の制限、視野の妨害、常にカメラを向けられることによる精神的負担といった多くの問題を抱えている。そこで本研究では被験者の負担を軽減し、より自然な状態での視線検出を可能にすべく、Fig. 1に示す透過式眼鏡型視線検出システムを提案している。本システムは(i)自由な行動が可能、(ii)視野を妨げない、(iii)約60gと従来の物と比べ軽量、という特徴を持ち、従来の視線検出システムの問題点を解決するものである。本システムでは光強度に応じた電圧を出力する光センサをメガネレンズ上に配置し、白目・黒目の反射光強度が異なる(白目>黒目)ことを利用し、瞳位置を検出する。本研究室では、前述のシステムを用いた視線検出に成功した⁽¹⁾。しかしながら、本システムは被験者ごとに詳細なキャリブレーションが必要であるという問題や、また被験者によっては視線検出そのものが困難であるという問題を抱えていた。これは、被験者によって眼の大きさや、鼻の高さが異なるため、眼鏡をかけた際にセンサ位置が被験者毎に異なることに起因すると考えられる。本論文では、今後の本システムを用いたアプリケーション開発に向けて、被験者毎の顔形状や眼球の違いが及ぼす素子反応率や反応速度への影響について述べる。

Fig. 1 Wearable line-of-sight detection system using micro-fabricated transparent optical sensors on eyeglasses.

Fig. 2 Points which were measured around eye.

2. 被験者別反応率・反応速度測定実験

15名の被験者に対し、眼球周りの顔形状の測定およびセンサ反応率・反応速度の測定を行い、これらのデータを比較することで、顔形状と反応率・反応速度の関係を調べた。

2-1 顔形状測定 各被験者に対し、Fig. 2に示す様に①眼の高さ②眼の幅③瞳直径④眼鏡 - 眼球間距離⑤瞳中心 - センサ間距離の5つをそれぞれ測定した。被験者の顔に10mm角のマーカを張り付け、本デバイス装着時の写真を撮影し、画像処理によって測定した。

2-2 反応率・反応速度測定 製作した本システムを用いて、水平・垂直方向それぞれの視線検出実験を、同一条件下で各被験者について行った。実験は、蛍光灯下で10mm間隔で5点の注視点を描いたホワイトボードを被験者の1m前方に用意し、これらの点を被験者が5秒ずつ注視することで行った。その後、Fig. 3に示すように、眼球回転前と回転後の電圧値の差を反応の大きさとして測定した。この時、測定開始時にセンサ中心位置が瞳に対し左右どちらにあるかで、左方向を注視した場合と右方向を注視した場合の反応率の大きさが異なると考えられる。その為、左右両方向の注視に関してこれらの反応率をセンサ位置に関わらず均一の条件にする為に、左方向を注視した場合と右方向を注視した場合の電圧値の平均を水平方向の反応率とした。

Fig. 3 The algorithm of line-of-sight detection. (A) Arrangement of cells. (B) Way to detect the view angle. (C) Voltage-Time

Fig. 4 (A) The relationship between distance of Glass - Eye and voltage. (B) The relationship between distance of Glass - Eye and reaction speed.

3. 結果と考察

①眼の高さ②眼の幅③瞳直径に関しては反応率・反応速度共に大きな相関関係が見られなかった。Fig. 4に④眼鏡 - 眼球間距離と反応率・反応速度との関係を示す。反応速度に関しては該当素子の反応速度の最大値と最小値の平均をとることにより求めた。Fig. 4より、反応率・反応速度共に④眼鏡 - 眼球間距離と相関関係があり、眼鏡 - 瞳間距離が小さくなるにつれて反応率・反応速度がそれぞれ大きくなること

Fig. 5 (A) The reaction volume between the distance of Sensor - Pupil and the distance of Glass - Eye. (B) The reaction speed between the distance of Sensor - Pupil and the distance of Glass - Eye.

が明らかになった。さらに、他の条件による影響を考察するため、最も支配的な条件である④眼鏡 - 眼球間距離と、⑤瞳中心 - センサ間距離を軸にとり、各被験者の反応率・反応速度の振る舞いを調べ色別に分類し、Fig. 5に示す。Fig. 5より④眼鏡 - 眼球間距離が等しい場合においても、⑤瞳中心 - センサ間距離が大きくなることで反応率・反応速度は小さくなり、⑤瞳中心 - センサ間距離が反応の大きさに影響を及ぼしていることがわかった。

4. 結論および今後の展望

本システムは眼鏡 - 瞳間距離を小さくすることで、測定に適する反応が得られることがわかった。さらに、瞳中心 - センサ中心間距離がセンサの反応に影響を与えることがわかった。今後はレンズを可動式にし、眼鏡 - 瞳間距離や、瞳中心 - センサ中心間距離の調整が可能な眼鏡フレームの開発を行い、より多くの被験者に適用できるシステムを構築することを目指す。

謝辞

本研究は JST PRESTO(情報環境と人)の助成を受けたものである。

引用文献

- (1) Ozawa Masataka, Design of micro-fabricated transparent optical sensors for accurate line-of-sight detection and their applications in information communication technology, Transducers 2013 Barcelona SPAIN, 16-20 June 2013, 1497-1498