

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 30 日現在

機関番号：33306

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350292

研究課題名(和文) 視野障害学生のためのHMDシステムの研究-視線移動を考慮した健常者視野の提供-

研究課題名(英文) Study on HMD System for Visually Impaired Student - Provision of Normal Field of View Considering Eye Movement-

研究代表者

川邊 弘之 (Kawabe, Hiroyuki)

金城大学・社会福祉学部・教授

研究者番号：60249167

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究を含む進行中の研究プロジェクトの目的は、視覚障害学生が大学の講義を不自由なく受講できるシステムの構築である。このプロジェクトでは、視野狭窄者のためにカメラとHMDを用いて健常者の視野を提供する支援メガネを試作してきた。そこでは、カメラからの映像がHMD内で視野狭窄の状況に応じて縮小表示される。問題になったのは目の疲れであり、その原因は眼球を動かさずに小さな映像を凝視し続けることであった。本研究では眼球運動に合わせてその視線の先に映像を表示させた。HMDの内側の超小型カメラで眼球運動による視線の移動を検出し、映像の表示位置を視線の先に移動させることで、HMD装着者の疲労軽減を目指した。

研究成果の概要(英文)：The goal of ongoing research projects including this research is to construct a system in which visually impaired students can attend university lectures without inconvenience. In this project, we have prototype of eyeglasses that provide the normal field of view for the visual field impaired using cameras and HMDs. The image from the camera is reduced and displayed in the HMD according to the situation of the visual field narrowing. The problem became fatigue of the eyes. The cause was to keep gazing at small images without moving the eyeball. In this study, the image was displayed ahead of the line of sight according to eye movements. We aimed to reduce fatigue of HMD wearer by detecting the movement of the line of sight due to the eyeball movement with a micro camera inside the HMD and moving the display position of the image in the direction of the line of sight.

研究分野：福祉工学

キーワード：視野障害 視野狭窄 障害学生 学習支援

1. 研究開始当初の背景

近年、視野障害者のための自立支援メガネを試作している。小型カメラと HMD、画像処理コントローラを組み合わせることで視野狭窄、半盲、暗点などの視野障害者の視野を拡張し、健常者の視野を提供するものである。近年の半導体技術の進歩により、高性能な小型カメラと HMD が安価に入手可能になったため、自立支援メガネを製作可能になったのである。本研究に先立ち、我々は色覚障害者のための支援システムを試作している。カメラから入力した画像を色覚障害者が識別可能な色に変換して表示するシステムである。そして、本研究のためにまず、プロトタイプを製作した。カメラを小型のものに交換し表示機器を HMD に変更した。画像処理部分も改造し、入力画像を狭窄した視野に合わせて縮小表示するようにした。その成果は国内外諸学会で発表されている。このとき、問題になったのが画像処理コントローラの可搬性と目の疲労であった。ここが解決すべき課題となっていた。

2. 研究の目的

本研究を含む進行中の研究プロジェクトの目的は、視覚障害学生が大学の講義を不自由なく受講できるシステムの構築である。この研究プロジェクトでは、視野狭窄者のためにカメラと HMD(Head Mounted Display) を用いて健常者の視野を提供する支援メガネを試作してきた。そこでは、カメラからの映像が HMD 内で視野狭窄の状況に応じて縮小表示される。問題になったのは目の疲れであり、その原因は眼球を動かさずに小さな映像を凝視し続けることである。そこで、本研究では眼球運動に合わせてその視線の先に映像を表示する。HMD の内側の超小型カメラで眼球運動による視線の移動を検出し、映像の表示位置を視線の先に移動させることで、HMD 装着者の疲労軽減を目指した。

3. 研究の方法

本研究では、以下の3段階で研究を遂行した。

【1】HMD の内側への超小型カメラの組み込み
眼球運動を観測するため、市販の USB カメラを分解し HMD の内側に組み込んだ。HMD の装着性とカメラからの映像が良好になるよう、カメラの大きさや実装法を工夫した。

【2】眼球運動の検出

HMD 内のカメラからの映像を解析することで、眼球の運動を検出した。カメラは HMD 内に取り付けられているため、暗い映像となり、眼球の運動を判別しにくい。そのため、画像を鮮明化した後、瞳を検出した。そして、瞳の向いている方向を決定した。

【3】HMD での映像の表示位置の変更

視野狭窄者の場合、HMD のスクリーン全面が見えているわけではない。その一部しか見えていない。したがって、視野狭窄者の眼球の

動きに合わせ、その視線の先に健常者の視野を縮小表示することで、視線移動の自由度を確保した。

4. 研究成果

【1】HMD の内側への超小型カメラの組み込み

眼球運動を観測するため、市販の USB カメラを分解し HMD に組み込んだ。短焦点で暗部の解像が優れたレンズを持ったカメラを選択した。HMD の装着性とカメラからの映像が良好になるよう、カメラの大きさや実装法を工夫した結果、カメラの大きさの制約から、HMD の外部に取り付ける形となった。下図には外景を捉えるカメラ(黒色)と瞳を捉えるカメラ(白色)が見える。



【2】眼球運動の検出

目の色は黒目と白目の色で特徴付けられる。従って、カラー画像の必要性は少なく、グレースケール画像や二値化画像の処理で十分である。また、計算量も減って好都合である。

瞳が動けば、即ち、黒目と白目が動けば、画像の白黒分布が変化する。グレースケール画像では、黒の 0 から白の 255 という 8 ビットで各画素が表現されている。この 8 ビットデータを画素の重みと解釈すると、白黒の分布の変化は画素の重心の移動となって現れる。従って、画素の重心を計算することで眼球運動を検出できると考えた。

予備的な検出実験として、瞳のイラストをグレースケールに変換し、その重心を計算した。先に述べたように、グレースケール画像では、黒の 0 から白の 255 という 8 ビットで各画素が表現されている。我々は瞳の位置、

即ち、黒の中心位置を知りたいので、この値では不便である。そのため、画素の値を 255 から引くことで黒 (=255) と白 (=0) の値を逆にした。座標の原点は画像の左上隅であり、x 軸を左から右へ、y 軸を上から下へ向かって定義し、画像の右下隅を(1, 1)とした。

得られた重心座標は、右向きの瞳では(0.480, 0.510)、中央を向いた瞳では、(0.519, 0.517)であった。中央を向いた瞳の画像に比べ、右向きの瞳画像では重心の x 座標が減少している。これは、重心が左に動いていることを意味し、瞳が向かって左に動いていることになり、瞳は右を見ていることになる。したがって、画素の重心を計算することで瞳の向きがわかることを確認できた。



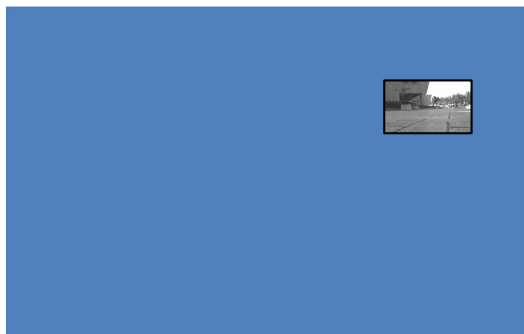
動画は連続した静止画である。したがって、上で述べた処理を各コマに対して行うことで、眼球運動をとらえることができる。

上の静止画での成果に基づき、グレースケール動画から重心の動きの検出を試みた。計算結果から、瞳の動きにつれて確かに重心は動いている。だが、重心の動きの振幅は瞳の動きの振幅に比べ、明らかに小さく、今後、重心位置から視線を求める際に困難が予想されるほどであった。

モノクローム動画から眼球運動をとらえることができたが、後の処理を考慮するとモノクローム動画では無理がある。

重心が動き難かった原因は、白黒の明暗のコントラストが弱いためと考えた。そこで、動画像をグレースケールからモノクロームに二値化し、明暗のコントラストを上げた動画で重心を計算することにした。このとき、グレースケールから白と黒に二値化する閾値を導入する。適切な二値化閾値を設定することで、グレースケール動画の場合よりも重心の動きの振幅を大きくすることができた。また、重心位置から視線を求めることもできた。

二値化閾値の設定に調整が必要だが、モノクローム動画から眼球運動をとらえることができた。



【3】HMD での映像の表示位置の変更

眼球運動が検出できれば、その動きに従い表示窓を移動させることができる。瞳の座標を窓の表示座標に変換すればよい。だが、瞳の動きに対する窓の動きの追従性に検討の余地がある。即ち、追従性が高すぎると示窓は小刻みに動いている状態になってしまう。一方、追従性が低いと瞳の動きに窓の動きが追いつかない。この兼ね合いが難しい。そのため、瞳の動きに閾値を導入し、追従性を記述するパラメータとした。また、そのパラメータで窓を移動させる速さも変化させた。即ち、瞳の動きの大きさを窓の移動速度に対応させた。

人が瞳を動かすとき、その方向を見ようという意志があると想像できる。従って、窓に表示する映像もその方向の映像であることが望ましい。そのため、瞳の向く方向の映像の面積が大きくなるようカメラからの映像をクリッピングして表示させた。

重心の座標から表示窓を移動させることができた。また、追従性パラメータにより移動速度を制御できた。また、視線方向の画像が大きな面積を占めるようにカメラ画像をクリップすることもできた。だが、最適なパラメータは個々人によって、異なっている。このあたりに、調整の余地がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

Hiroyuki Kawabe, Yuko Shimomura, Hidetaka Nambo and Syuichi Seto, Development of Eye Tracking HMD System for Visual Field Impaired Students, Proceedings of the 15th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2014, 査読有

Hiroyuki Kawabe, Yuko Shimomura, Hidetaka Nambo, Syuichi Seto and Hiroshi Arai, Moving window in HMD for visual field impaired student, Proceedings of the 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2015, 査読有

Hiroyuki Kawabe, Yuko Shimomura, Hidetaka Nambo, Syuichi Seto and Hiroshi Arai, Proceedings of the 17th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2016, 査読有

[学会発表](計5件)

Hiroyuki Kawabe, Yuko Shimomura, Hidetaka Nambo and Syuichi Seto, Development of Eye Tracking HMD System

for Visual Field Impaired Students, The 15th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2014年10月12日～15日, Jeju, Korea

川邊弘之、下村有子、瀬戸就一、南保英孝、視野障害者のためのHMDシステム、ヒューマンインターフェースシンポジウム2015、2015年9月1日～4日、函館、北海道

川邊弘之、下村有子、南保英孝、瀬戸就一、新井浩、視野狭窄学生を支援するシステムの構築、2015年日本設備管理学会秋季研究発表会、2015年11月26日、金沢、石川

Hiroyuki Kawabe, Yuko Shimomura, Hidetaka Nambo, Syuichi Seto and Hiroshi Arai, Moving window in HMD for visual field impaired student, The 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2015年12月8日～11日, ホーチミン、ベトナム

Hiroyuki Kawabe, Yuko Shimomura, Hidetaka Nambo, Syuichi Seto and Hiroshi Arai, HMD system for visual field impaired student, The 17th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2015年12月7日～10日, 台北、台湾

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川邊 弘之 (KAWABE HIROYUKI)
金城大学・社会福祉学部・教授
研究者番号：60249167

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

下村 有子 (SHIMOMURA YUUKO)
金城大学・社会福祉学部・教授
研究者番号：70171006

南保 英孝 (NAMBO HIDETAKA)
金沢大学・電子情報学系・講師
研究者番号：30322118