

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：17601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700668

研究課題名(和文) 難病患者生活の質向上のための眼電位を用いたマウスカーソル制御システムの開発

研究課題名(英文) Development of mouse cursor control system using electrooculogram signals to increase the quality of life for persons with disabilities

研究代表者

田村 宏樹 (TAMURA, HIROKI)

宮崎大学・工学部・准教授

研究者番号：90334713

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：本申請研究は、ALS患者や四肢麻痺患者を対象とし、眼電位を用いた自由度の高いパーソナルコンピュータのマウスカーソル制御システムの開発を行った。本申請研究で開発した装置は、顔に電極を4つ固定するゴーグルと腕に1つ電極を用いて、従来の方法より目から遠い位置に安全に電極を固定して眼電位を計測することを可能にし、瞬き等の動きを除去することで確実に眼球変化を推定することを可能にした。本申請研究で開発したシステムにより、目線の左右の識別は99%、目線の上下の識別率は80%以上を実現し、文字入力操作やブラウザ操作を行うことを実現しており、実用レベルの眼電位を用いたマウスカーソル制御システムであるといえる。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to present the electrooculogram(EOG) signals that can be used for human computer interface efficiently. Establishing an efficient alternative channel for communication without overt speech and hand movements is important to increase the quality of life for patients suffering from Amyotrophic Lateral Sclerosis or other illnesses.

In this research, we propose EOG human interface system for communication using cross-channels of face. Using this system, the electrooculogram signals can be recorded and pattern recognition. Our proposal EOG device did not have the problem of eye blinking artifacts. From simulation results, 2 patterns (Left and Right motion) classification is an accuracy of 99% in our system. And, 2 patterns (Up and Down motion) classification is about 80%. We hope to be able to communicate in amyotrophic lateral sclerosis patients or other illnesses by using our system.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学、リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：福祉機器 ヒューマンインターフェイス

## 1. 研究開始当初の背景

現在、日本には2万1千人を超える筋萎縮性側索硬化症(ALS)患者がいる。ALS症は自律神経や知覚神経は侵されないので、患者の意思は病状末期でも明確である。しかし、ALS症は、体を動かすための神経系が侵されるため言語、非言語コミュニケーションが非常に困難である。そこで病状末期においても比較的最後まで随意運動が残る眼球運動を応用したコミュニケーションツールの開発が求められている。

従来の眼球運動を推定できる眼電位(EOG)法を用いたヒューマンインターフェイスは、メニュー選択型といわれる形式のインターフェイスである。既に申請者も、眼電位を用いたヒューマンインターフェイスの研究を進めており、8方向の視線の動きを推定し、メニューを選択するシステムを構築している。構築したシステムでは、8方向の推定を100%の精度で推定することが可能であった。他の研究者による実験結果でも5から10パターンの識別が90%程度の性能で識別できると報告されている。EOG法を用いたヒューマンインターフェイスにおける実用的な識別率は90%以上であると言われていることから、5から10パターンを選択するEOG法を用いたメニュー選択型のヒューマンインターフェイスは現段階で充分実用的であるといえる。

しかし、眼電位を用いた従来の方法のヒューマンインターフェイスは普及していないのが現状である。その原因としてはALS患者や四肢麻痺患者にとっては簡易に装着できなく、障がい者特有の動作の影響から誤動作、誤認識が多く発生することで操作性が低くなるのが問題として挙げられる。

## 2. 研究の目的

本研究は、ALS患者や四肢麻痺患者を対象とし、眼電位を用いた自由度の高いパーソナルコンピュータ(PC)のマウスカーソル制御装置の開発を行う。開発したマウスカーソル制御システムでブラウザや市販されている文章作成ソフトをスムーズに制御することを本研究の最終目的としている。また、開発した装置を使用した際の操作性・ストレスを評価し、より利便性の高いインターフェイスの条件を明確に、改善を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) 計測装置の開発

本装置は図1のように目線の変化で生じる電位を計測するための入力2入力として眼

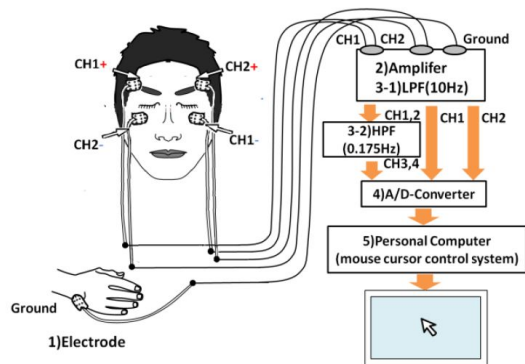


図1 眼電位計測装置

電位を計測する。各チャンネルは、ローパスフィルタを用いて高周波側の成分だけをカットした直流成分(10Hz以下)の眼電位とバンドパスフィルタを用いた直流成分と高周波側の成分をカットした交流成分(0.1Hz以上10Hz以下)の2つの要素の信号を抽出する。眼電位の周波数帯は約0Hzから10Hzなのでそれらのフィルタを用いても眼電位は計測できる。それらを実現するためにフィルタとアンプと電子パーツで回路を作り、基板加工機を用いて眼電位計測装置を製作した。また、顔の表情筋からの筋電位を計測するための別入力も用意し、それはハイパスフィルタを用いて高周波側の成分(60Hz以上)の要素を抽出する。筋電位の周波数帯は約0Hzから500Hzであるが、50又は60Hzの電源ノイズの周波数帯を除去するためハイパスフィルタは60Hz以上とする。これにより、筋電位も同時に計測でき、眼電位信号に混じった筋電位信号を信号解析アルゴリズムで除去する。これらの信号は無線(Bluetooth)でPCなどに信号を送信する。

### (2) 信号解析アルゴリズムの開発

眼電位の直流成分は、直接的な目線の位置情報である。しかし、眼電位は目線が正面を見ているときの基準電位が時間とともに少しずつ変化するドリフト現象が問題であり、その変化に時間とともに対応する必要がある。そこで、眼電位の交流成分を計測し、目線が動いている時とそうでないときを交流成分から判断し、眼電位の直流成分の基準電位を調整するアルゴリズムを実装する。それによりドリフト現象に対応する。

### (3) 評価実験

開発したシステムで文章入力、ブラウザ操作の実験を行う。そのときのストレスをアンケートで確認する。また、実施する実験を数日間行うことで、間違い率、作成時間、被験者にかかるストレスがどのように変化するかを実験し、検証する。本実験には被験者の個人差が大きいことが考えられるため、多くの被験者に実験の協力をしてもらう必要がある。

また、本実験では、被験者と操作画面であるディスプレイの大きさにその操作性が大きく依存すると予想される。ディスプレイの位置、大きさをコントロールして変えた場合の操作性を間違い率、作成時間、ストレスをもとに検証する。

#### 4. 研究成果

本研究では健常な 20 代の男性 10 名で実験を行った。画面の大きさによってどのような操作性の違いがあるか検証するため、実験に使用する画面にはパソコン用ディスプレイ(視野角 34°)とプロジェクタ用スクリーン(視野角 28°)の 2 つを使用する。

実験は文字入力実験とブラウザ制御実験の 2 種類実施する。2 種類の実験ともに操作時間と誤動作率を測定した。誤動作率に関しては誤動作の詳細がわかるように 4 つに分けて測定を行った。具体的には、miss1(動作しない)、miss2(目線左の連続動作)、miss3(目線右の連続動作)、miss4(意図しない動作)の 4 つである。

文字入力実験は文字盤を用いて、8 文字で構成される "miyazaki" という文字を入力する操作を行う。ブラウザ制御実験は検索画面から宮崎大学のホームページを開く操作を行う。また各実験終了後にストレス耐性に関するアンケートを実施する。実験の回数は文字入力、ブラウザ制御ともに 5 回ずつ行う。これを 1 セットとし、ディスプレイとスクリーンそれぞれ 3 セットずつ実施する。5 回は 1 分間隔で行い、実験を行うのに必要な時間は約 90 分である。

表 1 文字入力実験結果

	操作時間	誤動作
ディスプレイ	78[sec]	1.74%
プロジェクタ	69[sec]	1.02%

表 2 ブラウザ制御実験結果

	操作時間	誤動作
ディスプレイ	27[sec]	0.64%
プロジェクタ	25[sec]	0.36%

その実験結果を表 1, 2 に示す。表 1, 2 は 10 名の被験者の全実験の平均値である。表 1, 2 より、提案したシステムにより文字入力操作、ブラウザ制御共に誤動作は 2%以下と少なく、制御成功率が高いことを示している。また、誤動作に関してもリジェクト率である miss 1 が全体的に大きく、操作で問題となる誤動作にあたる miss 2 から miss 4 の割合は 1%以下であった。

また操作時のストレスは 5 段階評価(1 がストレスがないことを意味し、5 がストレス

があることを意味する)で平均が 1.7 であり、ストレスを被験者はほとんど感じていないことがわかる。

ディスプレイの大きさにおける差に関しては、パソコン用ディスプレイ(視野角 34°)とプロジェクタ用スクリーン(視野角 28°)を比較すると、プロジェクタの方が若干であるが、操作時間、誤動作に改善がみられている。プロジェクタの方が視野角は狭いものの、対象画面までの距離があるプロジェクタの方が操作性が良い結果となった。

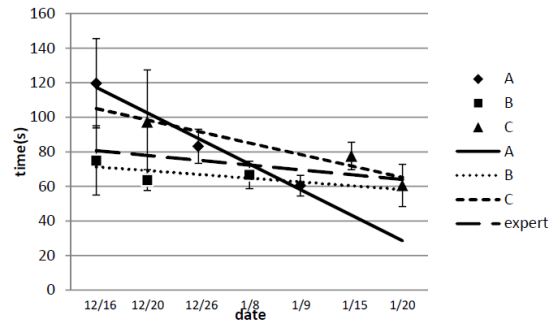


図 2 慣れによる操作時間の変化

次に、どの程度慣れが操作性の変化に影響するのか検証を行った。図 2 に今まで一度も実験を行ったことのない被験者 A, B, C の素人 3 名を対象にした実験結果のグラフを示す。このグラフは横軸が日付となっており、素人 3 名の実験結果の平均値を実験を行った日付にプロットしていき、個人ごとに近似線を引いたものである。エラーバーは標準偏差を示す。どの程度で操作に慣れたのかわかりやすいように熟練者の近似線も図中に設けている。図 2 では、被験者 A は実験 2 回目で熟練者ラインを下回り、被験者 B は 1 回目から下回っており、被験者 C は 3 回目で熟練者とほぼ同じ値になっていることがわかる。

この検証により、今まで一度も提案システムを使用したことのない素人でも、3 回程度文字入力やブラウザ制御の操作練習を行えば、熟練者と同等の操作時間、誤動作率で操作可能であることがわかった。

これらのことより、本提案システムである眼電位を用いたマウスカーソル制御システムは、高い制御成功率で文字入力およびブラウザ制御ができ、操作時のストレスも低いことがわかった。また、画面サイズには大きく依存しないが、プロジェクタの画面のように大きく、対象画面までの距離がある方が多少操作しやすくなることと、操作に慣れるには 3 回程度の制御練習が必要であることが示された。

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)

Hiroki TAMURA, Mingmin YAN, Masaki MIYASHITA, Takao MANABE, Koichi TANNO and Yasufumi FUSE, Development of Mouse Cursor Control System using DC and AC Elements of Electrooculogram Signals and its Applications, International Journal of Intelligent Computing in Medical Sciences & Image Processing, 査読有, Vol 5.No1, pp.3-15. Jun 2013

Sou Go, Mingmin Yan, Hiroki Tamura and Koichi Tanno, Development of Communication System Using Electrooculogram and Camera, ICIC Express Letters, An International Journal of Research and Surveys, 査読有, Volume 7, Issue 4, pp.1259-1264, April 2013

Mingmin Yan, Sou Go, Hiroki Tamura and Koichi Tanno, Communication system using EOG for persons with disabilities and its judgment by EEG, Artificial Life and Robotics, 査読有, Volume 19, Issue 1, pp 89-94, February 2014  
DOI: 10.1007/s10015-013-0139-4

[学会発表](計5件)

呉 双、田村宏樹、淡野公一、眼電位を用いたマウスカーソル制御システムに関する研究、第27回ファジィシステムシンポジウム、P1-13, pp.949-952、2011年9月12日、福井市

藤賢一郎、顔 明敏、田村宏樹、淡野公一、3Dカメラと眼電図法を用いた新たなコミュニケーションシステムの開発、2012年電子情報通信学会総合大会ISS特別企画「学生ポスターセッション」、ISS-P-116、2012年3月20日、岡山市

Mingmin Yan, Tamura Hiroki, Tanno Koichi, Development of Mouse Cursor Control System using Electrooculogram Signals and its Applications in Revised Hasegawa Dementia Scale task, Proc. of World Automation Congress 2012, Proceedings CD-ROM(pp.1-6), 2012年6月26日, Puerto Vallarta, メキシコ

Mingmin Yan, Tamura Hiroki, Tanno Koichi, Gaze Estimation Using Electrooculogram Signals and Its Mathematical Modeling, IEEE 43rd International Symposium on Multiple-Valued Logic, Proceedings of ISMVL2013, pp18-22,

2013年5月22日, 富山市

Mingmin Yan, Tamura Hiroki, Tanno Koichi, A Study on Gaze Estimation System using Cross-Channels Electrooculogram Signals, The 2014 IAENG International Conference on Bioinformatics, Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2014 Vol I, IMECS 2014, 2014年3月13日, 香港

[図書](計0件)

[産業財産権]  
出願状況(計1件)

名称: 眼電位測定器  
発明者: 田村 宏樹、村上 収、黒木 保善  
権利者: 同上  
種類: 意願  
番号: 意願 2013-22635  
出願年月日: 平成 25年 9月 9日  
国内外の別: 国内

取得状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

[その他]  
ホームページ等  
<http://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/htamura/>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者  
田村 宏樹 (TAMURA, Hiroki)  
宮崎大学・工学教育研究科・准教授  
研究者番号: 90334713

(2) 研究分担者  
( )

研究者番号:

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号: