

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500657

研究課題名(和文) 眼電位を用いた重度肢体不自由者におけるアクセシビリティ機器の入力動作に関する研究

研究課題名(英文) Study of Accessibility Equipment for the Severely Handicapped Based on EOG

研究代表者

小山 裕徳 (koyama, hironori)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号：00120113

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：重度肢体不自由者は福祉機器を操作するためのアクセシビリティ機器が必要となる。アクセシビリティ機器とは障害者用の特殊なスイッチなど、利用者の身体機能に応じて福祉機器の操作を補助する入力装置のことを指す。本研究はアクセシビリティ機器として眼電図を用いる手法を解析および評価を行った。これまで我々は、随意性瞬目を眼電位より抽出する方法は提案した。そこで「瞬き」という入力動作の容易性から新たに瞬目を利用した入力動作として、連続した随意性瞬目および注視位置を用いた入力動作の検討を行った。

研究成果の概要(英文)：In individuals with motor disabilities such as ALS, progressive speech impairment necessitates the use of an assistive communication aid. Because they have limited control over body movement, we have been investigating the utility of the EOG as a means of accessibility and previously reported a technique to identify voluntary eye blink on the EOG. Because of the simplicity of using voluntary blinks as an input method, in this study we investigated the use of consecutive blinks and gaze as a means of accessibility. First, by examining the influence of consecutive voluntary eye blinks and different blink intervals on EOG waveforms and then comparing specific EOG features of the blink intervals, we revealed that blinks at intervals of <300ms generate a unique waveform. It is also possible to determine the point of gaze by EOG, albeit not highly accurately, and therefore we also investigated if several blink-based input methods could be developed by identifying approximate gaze positions.

研究分野：福祉工学

キーワード：ヒューマンインターフェース アクセシビリティ機器 眼電位 瞬目

1. 研究開始当初の背景

重度肢体不自由者、特に筋萎縮性側索硬化症 (Amyotrophic Lateral Sclerosis, ALS) は次第に運動神経が麻痺し、意思伝達が困難となる。患者の意思は病状末期においても明確であり、意思伝達が出来ないことは精神的苦痛に成り得る。そのため、患者の意思を反映するコミュニケーション支援装置の開発が切望されている。様々なコミュニケーション支援装置が提案されているが、機器と患者とを結ぶアクセシビリティ機器の提案が必要であると考えられる。アクセシビリティ機器を提案することで、様々な福祉機器を今まで以上に活用でき、患者自身の活動を広げることが可能であると考えられる。そこで本研究では、残存機能である眼球運動を入力動作に用いたアクセシビリティ機器の提案を目的とした。

本研究は現在まで眼電図法を用いたアクセシビリティ機器の提案を行ってきた。眼電図法を用いた問題点の第一として誤入力や誤動作などがあり入力に安定性が低いことが挙げられていた。これは入力動作が無意識に行われ、誤入力の原因となることが考えられる。そこで入力動作に着目し、これらの問題点を解決すべく研究を行ってきた。入力動作を「閉眼中に上方視」にすることで誤入力を低減することができ、96%の成功率となり、また、随意性瞬目を入力動作として用いることも提案している。特に瞬目は入力動作の容易性から随意性瞬目のみの動作による複数の入力方法を提案できると考えられる。複数の入力動作を提案することで長時間に繰り返し同一の入力動作を行うことがなく、眼精疲労を低減することが考えられる。

2. 研究の目的

眼電位では注視点を厳密に同定する精度は望めないが、大まかな注視位置を識別することは可能である。また、瞬目波形を比較的容易に計測することができ、瞬目をアクセシビリティ機器操作の入力動作として用いることが可能である。瞬目は無意識に生じる不随意性瞬目と意図的に行う随意性瞬目の二つに分類され、随意性瞬目は不随意性瞬目と比較し、眼電位が有意に大きいことから、眼電位を指標とすることで随意性の有無を識別することができる。そこで随意性瞬目を用いた複数の入力動作の提案を目的とし検討を行った。

3. 研究の方法

「瞬き」という入力動作の容易性から新たに瞬目を利用した入力動作として、連続した瞬目および注視位置を用いた入力動作の検討を行った。また、随意性瞬目を使用した入力動作は直流増幅された眼電図法での検討はされているが、交流増幅された眼電図法での検討はされていない。そのため、時定数の値により瞬目波形がどのように影響し、入力動

作として利用できるか検討を行った。なお、すべての実験において実験協力者には東京電機大学ヒト生命倫理審査委員会で承認された資料を用いた上でインフォームド・コンセントを十分に行い、同意を得た上で実験を開始した。

(1) 連続した瞬目の実験方法

連続した随意性瞬目による入力動作および注視位置を用いた入力動作の検討を行った。連続した随意性瞬目の実験では、瞬目は2回連続しておこない、瞬目間隔を課題1では900ms、課題2では600ms、課題3では300msとした。PCディスプレイ上に点滅する視覚対象物を表示し、点滅に対して瞬目をするように指示した。瞬目はそれぞれの課題において40回行わせた。眼電位をDCアンプにて増幅し、A/D変換機を介してサンプリング周波数200Hzでコンピュータに取り込んだ。

(2) 注視位置に関する実験方法

上方視や下方視などの注視位置と随意性瞬目を利用することで、複数の入力動作を提案することが可能であると考え実験を行った。被験者は健常な20代男性5名で行った。実験を行う前に、被験者には実験の目的と手法を十分に説明し、同意を得ている。PCディスプレイ上に点滅する視覚対象物を表示し、点滅に対して瞬目をするように指示した。視覚対象物はPCディスプレイ中央、上方、下方に表示した。被験者とモニタの距離は約30cmとし、視覚対象物は一辺2cm(視角にして約3.8度)の正方形とした。中央と上方および下方の視覚対象物の距離は10cm(視角にして約18.4度)とした。眼電位をDCアンプにて増幅し、A/D変換機を介してサンプリング周波数200Hzでコンピュータに取り込んだ。

(3) 交流増幅に関する実験方法

時定数の値により波形がどのように変化するか計測するため、時定数を3.00s、0.30s、0.03sとした。それぞれの時定数毎で計測を行うのではなく、すべての時定数を同時に計測した。

瞬目波形だけでなく、大まかな注視位置を入力動作として利用することを検討しており、注視位置および衝動性眼球運動による波形も計測した。

実験ではPCディスプレイ上の上方、前方、下方のいずれかに視覚対象物は一辺2cm(視角にして3.8度)の正方形の視覚対象物を表示させた。被験者に視覚対象物が表示された位置を注視し、瞬目をするように指示した。

4. 研究成果

(1) 連続した瞬目の実験結果および考察

連続した随意性瞬目の実験結果では900msおよび600msにおいては一つの随意性瞬目後において電位が0Vへと値が変化し、そ

の後二つ目の随意性瞬目の波形が生じていることが確認することが可能であった。しかし、300ms では図 1 に示すように一つ目の随意性瞬目が基線へと戻らず、二つの随意性瞬目波形が生じている。この ΔV は 300ms でのみ生じ、平均は 0.030 ± 0.011 mV、また、随意性瞬目の最大電位の平均は $0.112m \pm 0.021V$ であった。また、t 検定を用い危険率 1 % 以下を有意差とし検定を行った結果、随意性瞬目は ΔV と比較し有意に大きいことがわかった。

図 1 の様な実験結果となったのは随意性瞬目の波形では動作の開始から終了までの時間が約 0.45 秒である。300ms においては随意性瞬目の動作終了までの時間と比較し、瞬目間隔が短い。そのため、瞬目波形が基線へと戻らずに次の随意性瞬目を行なっている。瞬目は眼を開いた状態から行えるため、随意性瞬目の動作終了前においても次の随意性瞬目を行える。そのため、図 1 のような波形が生じたと考えられる。

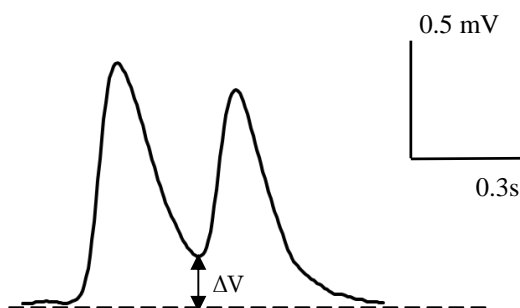


図 1 実験結果 (300ms)

(2) 注視位置に関する実験結果および考察

注視位置を用いた入力動作の実験結果を図 2 から 4 に示す。上方視および前方視では約 95% を超える抽出率となったが、下方視においては約 80% となった。

下方視との組み合わせにおいて抽出されなかった場合の波形を図 5 に示す。被験者の眼球運動をビデオにて観察をしたところ、下方視中に随意性瞬目を行う場合、随意性瞬目を行った後に、下方視のままにならず注視位置を前方にする場合が多い。そのため、図 5 のような波形となっていることが確認された。この場合、下方視後に随意性瞬目を行ったかが分からず、通常の下方向視の波形と同様の波形になってしまう。したがって、下方視との組み合わせによる随意性瞬目の入力動作は結果として波形の抽出率が低くなっている。

上方視においては、随意性瞬目後に視線を動かしても、随意性瞬目の波形が生じるが、下方視においては視線を動かしてしまうと、随意性瞬目の波形が生じず、抽出することが

出来ない。これは上方視において、瞬目後に前方視を行った場合においても、眼電位が基線へと戻る場合はあるが、瞬目波形は生じる。しかし、図 5 の破線のように下方視において瞬目後に前方視を行うと、随意性瞬目の目を閉じる動作において、電位が基線へと戻り、そのまま視線を前方視するため、瞬目波形が視線の動きによって消失してしまう。その結果、上方視との組み合わせにおいては随意性瞬目を約 95% で抽出することができるが、下方視との組み合わせでは、随意性瞬目の抽出率が低下してしまうと考えられる。すべての結果において図のような波形が生じるわけではないが、入力の安全性や正確さを考慮すると、上方視との組み合わせによる入力動作が適していると考えられる。

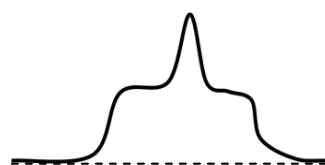


図 2 上方視中に随意性瞬目

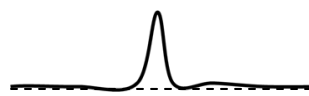


図 3 前方視中に随意性瞬目

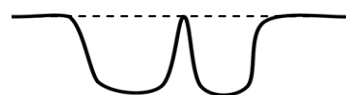


図 4 下方視中に随意性瞬目



図 5 随意性瞬目が消失した例

(3) 交流増幅に関する実験結果および考察

一般的に交流増幅された眼電図法では、時定数を 0.30s から 3.00s とする場合が多い。この場合、図 6 および図 7 にみられるように、応答の違いが生じる。これにより、電位の変動が大きくなることが確認される。しかし、本研究においては大まかな動きを記録可能であれば入力動作として提案可能であるため、細かな動きが記録されると処理が複雑となり、誤操作などの可能性が考えられる。

一方、図 8 のように時定数を 0.03s とする

ことで、衝動性眼球運動と瞬目波形のみを捉えることが可能となっている。衝動性眼球運動は視野内のある点からある点まで注視点を高速に移動させる眼球運動であり、本研究で利用する大まかな視線の動きを把握することが出来る。これにより、随意性瞬目と大まかな眼球運動を組み合わせた入力動作を提案することが可能である。

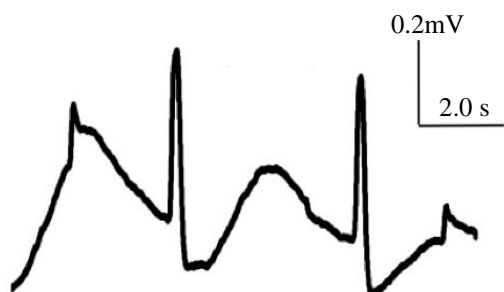


図6 時定数 3.00s

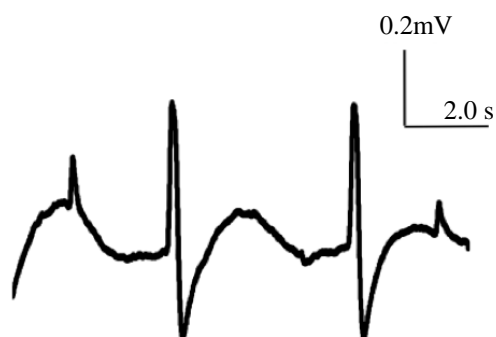


図7 時定数 0.30s

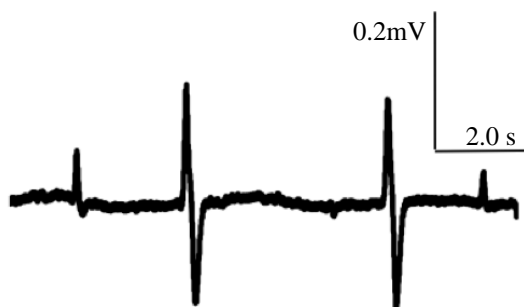


図8 時定数 0.03s

5. 主な発表論文等

[学会発表](計5件)

大矢哲也, 野本洋平, 酒本勝之, 平井紀光, 小山裕徳, 川澄正史, 交流増幅を用いた眼電図法によるアクセシビリティ機器の入力動作の検討, 第53回日本生体医工学会大会, 2014年6月24日から26日, 仙台国際センター(宮城県・仙台市)

Tetsuya Ohya, Yohei Nomoto, Hironori Koyama and Masashi Kawasumi,

Research of Operation Method of Accessibility Equipment for Severely Handicapped Based on Voluntary Eye Blink, The 15th International Conference on Biomedical Engineering, 2013年12月4日から7日, Singapore (Singapore)
大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正史, 交流眼電図法を用いた重度肢体不自由者におけるアクセシビリティ機器, ITヘルスケア学会第7回学術大会, 2013年6月29日, 東京医科歯科大学(東京都・文京区)
大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正史, 注視位置による随意性瞬目波形を用いたアクセシビリティ機器操作に関する研究, 第16回バイオフィリアリハビリテーション学会, 2012年8月25日から26日, 淑徳大学みずほ台キャンパス(埼玉県・入間郡)
大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正史, Research of the Switch Operation used Voluntary Blink, 第51回日本生体医工学会大会, 2012年5月10日から12日, 福岡国際会議場(福岡県・福岡市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

小山 裕徳 (KOYAMA HIRONORI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号: 00120113

(2)研究分担者

川澄 正史 (KAWASUMI MASASHI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号: 40177689