

随意的な群発瞬目を用いた眼電位によるアクセシビリティ機器操作に関する研究 Study of the Switch Operation for Accessibility Equipment by Short Blinks Utilizing EOG

大矢 哲也† 大西祐哉† 野本洋平‡ 小山裕徳† 川澄正史†

Tetsuya OHYA, Yuya ONISHI, Yohei NOMOTO, Hironori KOYAMA and Masashi KAWASUMI

1. はじめに

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する進行性の難病であり、病状末期には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ることから、意思伝達を補助するための福祉用具である、意思伝達支援装置の開発が切望されている^{1)~7)}。意思伝達支援装置を操作する場合、病状の進行に影響を受けない残存する機能を用いたアクセシビリティ機器を操作する必要がある。

本研究では重度肢体不自由者の残存機能である眼球運動に着目した。眼球運動を測定する方法として手法として機械的手法、磁気的手法、光学的手法、電気的手法がある。重度肢体不自由者が意思伝達支援装置を操作する手段として、眼球運動を用いる場合、眼球運動の測定時に要求される事項として眼球への安全性や長時間の使用が可能などなどが考えられる。そこで本研究では利用者の負担や眼球への安全性を確保することができる電気的手法である眼電図法を用いた。眼電図法は眼の周辺の皮膚上に複数の電極を貼り付けることで、眼球の動きにほぼ比例した眼電位を検出できる。また、利用者の頭部を固定する必要がなく眼球運動を検出することが可能である。また、システムを比較的安価に設計することが可能であり、利用者にとって導入しやすい。このように利用者の負担などの問題点を低減することができ、実用に適した意思伝達支援装置の開発が可能である。本論文は重度肢体不自由者、特に ALS 患者におけるアクセシビリティ機器操作に眼電位を用いる方法を提案する。

2. 目的

本論文では眼電位を用いたアクセシビリティ機器のスイッチの入力動作として瞬目に着目した。瞬目は日常生活において生じているため、スイッチの入力動作であるかを判別する必要がある。しかし、瞬目は意図性の有無から随意性瞬目と不随意性瞬目に分類される。随意性瞬目は意識的に行う瞬目であり、また、なんらかの合図に対して瞬目をするようにあらかじめ指示しておくことにより観察される。不随意性瞬目はなんら外部刺激が与えられず、また意識的でもない瞬目である。すなわち、意思に関係なく普段行っている通常の瞬目活動を示す。これら二つの瞬目は随意性瞬目が不随意性瞬目と比較し有意に大きな角膜網膜電位が生じることが確認されている⁷⁾。そのため、意図的に行う随意性瞬目を抽出することが可能である⁸⁾。本論文では、瞬きという入力動作の容易性から連続した入力が可能であると考える、瞬目間隔による特異性を見つけることで、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実験を行った。

3. 実験

3.1 随意性瞬目の測定

連続した随意性瞬目の瞬目間隔の特性を明確にするため、異なる瞬目間隔による瞬目波形の比較を行った。被験者は健康な 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。

測定にはおいては Ag-AgCl 皮膚表面電極を左眼の上部 4cm の前額部と眼の下部 2cm の頬骨上に装着し、得られる角膜網膜電位を DC アンプにて増幅し記録した。また、電極を貼り付ける前に分極の影響を除去するため、アルコールにて皮脂を拭き取っている。得られる角膜網膜電位の成分は DC 成分を含む 40Hz 以下であるため、A/D 変換において 80Hz 以上のサンプリング周波数で記録すればよい。本実験では角膜網膜電位を 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。

3.2 実験方法

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。また、被験者に片眼による瞬目すなわち wink のような、前頭筋および顴眉筋などの顔面表情を構成する筋動作を伴わないように瞬目をするように指示した。また、瞬目は 2 回連続しておこない、その瞬目間隔を課題 1 では 900ms、課題 2 では 600ms、課題 3 では 300ms とした。また、2 回連続して行った瞬目を瞬目群とし、瞬目群は各課題において 20 回行った。そのため、各課題において随意性瞬目を 40 回行っている。また、瞬目群の間隔は各課題において 1000ms としている。

3.3 実験結果

各課題における随意性瞬目の波形の例を図 1 から図 3 に示す。図 1 および図 2 においては一つ目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できる。しかし、図 3 では一つ目の随意性瞬目の波形が 0V に減少せず次の随意性瞬目波形が生じていることが確認される。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 $0.112 \text{m} \pm 0.021 \text{V}$ 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。

4. 考察

通常の随意性瞬目波形と連続した随意性瞬目を行う場合では、瞬目間隔が短くなることで ΔV が生じることが考え

†東京電機大学, Tokyo Denki University

‡新潟県立大学, University of Niigata Prefecture

られる。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。また、一連の随意性瞬目の波形において、最大電位後は眼を開眼動作へと移行する。課題 3 においては随意性瞬目の一連の動作終了までの時間と比較し、視覚対象物が点滅する時間が短いため、瞬目波形が基線へと戻らずに次の随意性瞬目を行う必要がある。しかし、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 3 のような波形が生じたと考えられる。

また、実験課題において 2 回連続した随意性瞬目を行ったが、3 回連続した随意性瞬目についても同様の実験を行った。課題として随意性瞬目を 3 回連続しておこない、その瞬目間隔を課題 4 では 900ms、課題 5 では 600ms、課題 6 では 300ms とした。瞬目間隔が一連の瞬目動作より長い課題である、課題 4 および 5 では課題 1 と 2 と同様の結果が得られた。しかし、課題 6 においては間隔が短いため図 4 のような波形が得られた。よって瞬目動作が終了するまでの時間より短い間隔で瞬目を行うことで、随意性瞬目とは異なる波形が生じたと考えられる。すなわち、随意性瞬目のみを用いた新たな入力動作を提案することができ、符号化入力方式などを用いた文字の入力方法の提案が可能であると考えられる。

5. おわりに

本論文では重度肢体不自由者におけるアクセシビリティ機器の操作に眼電位を用いることを検討した。眼電位より随意性瞬目を識別することが可能であり、アクセシビリティ機器のスイッチの入力動作として用いることが可能である。そこで随意性瞬目に着目し複数の動作を提案出来るか検討を行った。その結果、連続した随意性瞬目を入力動作として用いることが可能であると示唆された。今後は波形の抽出方法を提案し、随意性瞬目を用いた符号化入力方式による意思伝達支援装置の検討を行う。

参考文献

- 1) Borisoff, J.F, Mason, S.G, Bashashati, A, Birch, G.E : Brain-computer interface design for asynchronous control applications, improvements to the LF-ASD asynchronous brain switch IEEE Transactions on Biomedical Engineering, **51** (2004) 985-992
- 2) Muller GR, Neuper C, Pfurtscheller G, Implementation of a telemonitoring system for the control of an eeg-based brain-computer interface, IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng., **11** (1) (2003) 54-59
- 3) Zhao Lv, Xiaopei Wu; Mi Li, Chao Zhang, Implementation of the EOG-Based Human Computer Interface System,
- 4) Thum Chia Chieh, Mustafa, Mohd. Marzuki, Hussain Aini, Hendi Seyed Farshad, Majlis Burhanuddin Yeop Development of vehicle driver drowsiness detection system using electrooculogram (EOG), Computers, Communications, & Signal Processing with Special Track on Biomedical Engineering, 2005.

CCSP 2005. 1st International Conference on, (2005) 165-168

- 5) 久野悦章, 八木透, 藤井一幸, 古賀一男, 内川嘉樹, EOG を用いた視線入力インタフェースの開発, 情報処理学会論文誌, **39**(5) (1998) 1455-1462
- 6) 大矢哲也, 川澄正史, 眼電図による ALS コミュニケーションツールの入力動作の研究, 生体医工学, **43**(1) (2005) 172-178
- 7) 大矢哲也, 山下和彦, 小山裕徳, 川澄正史, 眼電図を用いた随意性瞬目によるスイッチ操作の研究, 生体医工学, **46**(2) (2008) 254-260



図1 課題1における随意性瞬目 (瞬目間隔 900ms)

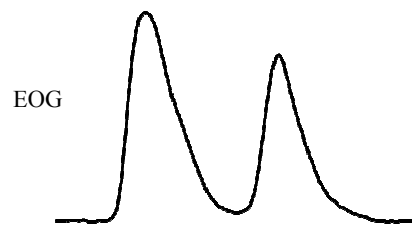


図2 課題2における随意性瞬目 (瞬目間隔 600ms)

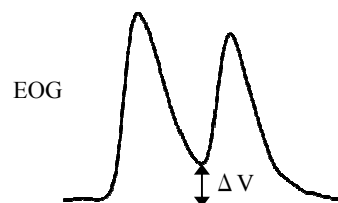


図3 課題3における随意性瞬目 (瞬目間隔 300ms)

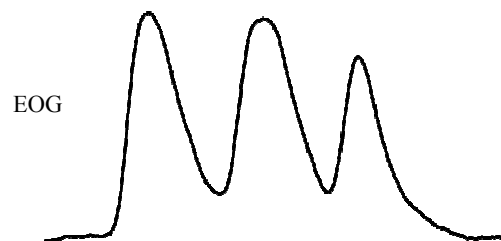


図4 課題6における随意性瞬目 (瞬目間隔 300ms)