

画像解析法による随意性瞬目の意思伝達装置における入力動作の基礎的検討

A Fundamental Study on an Input Operation of the Communication Aids  
by Voluntary Eye Blink Using Image Analysis Methods

○大西祐哉(東京電機大学) 大矢哲也(東京電機大学) 川澄正史(東京電機大学)

Yuya ONISHI, Tokyo Denki University  
Tetsuya OHYA, Tokyo Denki University  
Masashi KAWASUMI, Tokyo Denki University

**Abstract:** As an input motion for the communication aids for a severe cripple, eyeblinks with comparatively low hypergasia are used. For the image analysis method that can perform noncontact measurements of eyeblinks, we performed fundamental examination of multi-input for which voluntary eyeblinks are assumed as plural input motions, not of a conventional single input switch. Shape features of eyeblinking waves varied in accordance with visual line positions in eyeblinking and the strength of eyeblinks and classification of these features implied availability of eyeblinks as a multi-input switch.

**Key Words:** Eyeblink waveforms, High-speed video camera, Communication aids

1. はじめに

筋萎縮性側索硬化症(Amyotrophic Lateral Sclerosis : ALS)末期患者などの, 神経筋難病疾患の意思伝達補助装置(Communication Aids : CA)の入力手段とし, 比較的機能低下が少ない瞬目を入力動作とする研究が数多く行われている. その瞬目を計測する手法の中でも, 患者にとって負担が少ない非接触に瞬目計測が可能である, ビデオカメラを用いた画像解析法と呼ばれる手法がある.

画像解析法において, 瞬目を入力動作として利用するためには, 意識的に行う随意性瞬目と無意識に生じる不随意性瞬目の分別を行う. 取得した随意性瞬目は, 単純なON/OFFの単入力スイッチとして利用されてきた.

本研究は, 意思伝達補助装置の入力動作として, 画像解析法による随意性瞬目の, 多入力スイッチとしての利用に対応する手法の確立を目指す. 1度の瞬目をいくつかの入力動作とし分別可能であれば, 瞬目を利用した意思伝達補助装置の入力動作回数を低減し, 患者の負担は軽減されるであろう.

予備的実験において, 瞬目時の視線位置に起因する瞬目波形の形状特徴の変化に着目した. 瞬目波形とは, 瞬目時の眼瞼裂幅を一定の時間間隔でサンプリングし, 時間軸上に並べた1次元波形と定義される<sup>(1)</sup>. 瞬目波形から得た形状特徴パラメータを用いることで, 正面視時の随意性瞬目と, 上方視, 下方視, 左方視, 右方視時における随意性瞬目は分別が可能であり, 多入力スイッチとしての利用の可能性を示した.

本研究は, 瞬目を多入力スイッチとして利用するための更なる検討とし, 意識的な瞬目の強弱に起因する瞬目波形の形状特徴の変化に着目し比較検討を行う. 計測には, 眼電図法と同等の時間分解能を有する高速度ビデオカメラを用いる. また, 意識的な瞬目の強弱に伴う筋活動の比較のため, 眼輪筋の表面筋電図を計測する.

2. 瞬目波形を取得

瞬目波形を取得するため, 高速度ビデオカメラを利用した画像解析システムを構築した. 高速度ビデオカメラにより取得した左眼部領域映像より, 輝度値を基に上眼瞼と眼球表面または下眼瞼との境界点を抽出し, 上眼瞼の下端位

置座標を記録した. その上眼瞼の下端位置座標と, 閉眼時における上眼瞼の下端位置座標との差の画素数を眼瞼裂幅とし算出した. 眼瞼裂幅を一定の時間間隔でサンプリングし, 時間軸上に並べた1次元波形を瞬目波形とした.

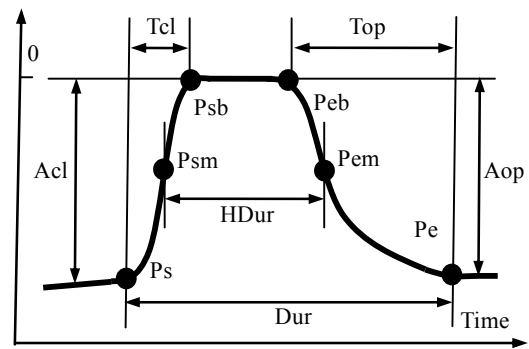


Fig.1 Shape feature parameters of eyeblink waveform.

Table 1 Definition of shape feature parameters.

Parameters	Definition
Eyelid closure amplitude	Acl
Eyelid opener amplitude	Aop
Eyelid closure time	Tcl
Eyelid opener time	Top
Amplitude ratio	Aop/Acl
Duration	Dur
Half duration	HDur
Eyelid closure speed	Acl/Tcl
Eyelid opener speed	Aop/Top

3. 形状特徴パラメータの定義

田邊ら(2010)や田多ら(1991)の方法に従い, 得られた瞬目波形より Fig.1 に示す6個の特徴点を抽出した. 特徴点はそれぞれ, 閉眼過程開始時点 Ps, 閉眼過程終了時点 Psb, 開眼過程開始時点 Peb, 開眼過程終了時点 Pe, 閉眼過程

間時点 Psm, 開眼過程中間時点 Pem とした<sup>(1)</sup>. これらの特徴点に基づく代表的な形状特徴パラメータ<sup>(1,2)</sup>のうち, 本研究で用いる 9 個の形状特徴パラメータを Table 1 に示す.

#### 4. 実験

眼電図法と同等の時間分解能を有する高速度ビデオカメラ(200fps)を用い, 被験者の頭部が動かないよう顎台で固定をした上で, 正面視時における随意性瞬目の過程を撮影した. また, 意識的な瞬目の強弱に伴う筋活動の比較のため, 眼輪筋の表面筋電図(200Hz)を同時に計測した. 閉眼における眼輪筋の最大随意収縮(Maximum Voluntary Contraction : MVC)も予め計測した.

裸眼の 20 代 3 名を被験者とし, 予め指定された方向の注視点を注視しつつ, 指示した 3 段階の強度(弱・中・強)の瞬目を一定の間隔(毎分 15 回)で 2 分間行った.

なお倫理的配慮とし, 事前に実験内容と注意事項を説明し, 被験者の同意を得た.

#### 5. 結果および考察

意識的な瞬目の強弱に起因する, 瞬目波形の形状特徴パラメータの変化について, 多重比較法による検定を行った. 特に有意な差がみられた形状特徴パラメータについて, その結果を Fig.2 から Fig.5 に示す.

また, 指示した 3 段階の強度の瞬目は, 眼輪筋の表面筋電図の計測結果より, 強度が中の瞬目においては MVC 筋力の 55%程度, 強度が弱の瞬目においては MVC 筋力の 50%程度, 強度が強の瞬目においては MVC 筋力の 59%程度であることが確認出来た.

持続時間(Duration)および 50%持続時間(Half duration)について, 強度が強の瞬目に対し強度が弱の瞬目では有意に( $p<0.01$ )短くなることが確認された. 開眼時間(Eyelid opener time)についても, 強度が強の瞬目に対し強度が弱の瞬目では有意に( $p<0.05$ )短く, 強度が中の瞬目に対し強度が弱の瞬目でも有意に( $p<0.1$ )短くなることを確認された. 開眼速度(Eyelid opener speed)については, 強度が強の瞬目に対し強度が弱の瞬目では有意に( $p<0.01$ )速くなることを確認された.

これらの形状特徴パラメータを用いることで, 特に強度が強の瞬目と強度が弱の瞬目は分別が容易であり, 本研究の目的である, 画像解析法による随意性瞬目の, 多入力スイッチとしての利用の可能性を示した.

#### 6. おわりに

本研究は, 神経筋難病疾患患者の意思伝達補助装置の入力動作として, 画像解析法による瞬目を多入力スイッチとして利用するための検討とし, 意識的な瞬目の強弱に起因する瞬目波形の形状特徴の変化に着目した.

意識的な瞬目の強弱により, 瞬目波形から得た形状特徴パラメータに有意な差異がみられ, 多入力スイッチとしての利用の可能性を示した.

#### 謝辞

本研究の一部は, 東京電機大学ハイテクリサーチセンタープロジェクト研究の助成を受けて行われた.

#### 参考文献

- (1) 田邊喜一, 加算作業による瞬目波形の変化について : 高速度ビデオカメラを用いた波形データの取得とその予備的分析, 人間工学, vol. 46, no. 2, pp. 180-183, 2010.

- (2) 田多英興, 山田富美雄, 福田恭介, まばたきの心理学, 北大路書房, 1991.

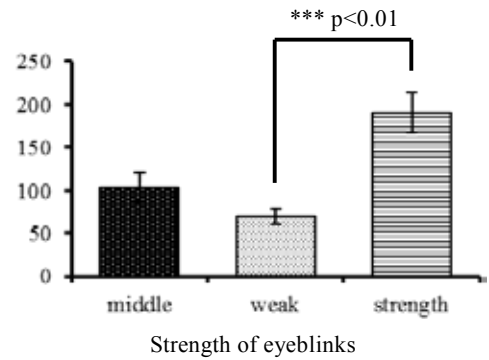


Fig.2 Duration [frame].

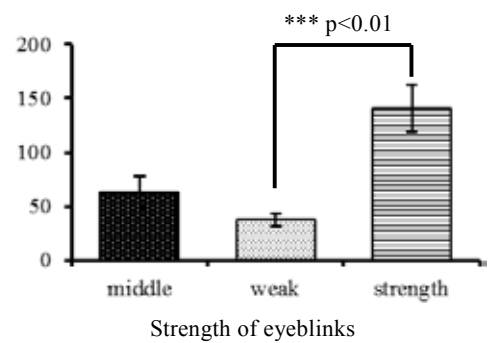


Fig.3 Half duration [frame].

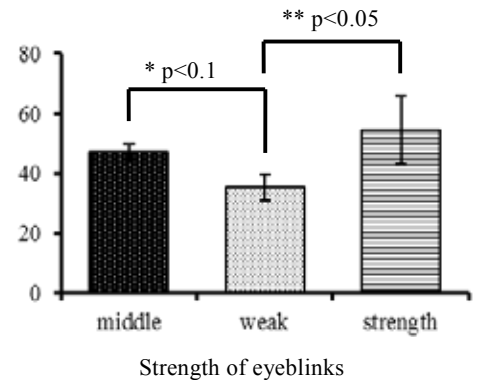


Fig.4 Eyelid opener time [frame].

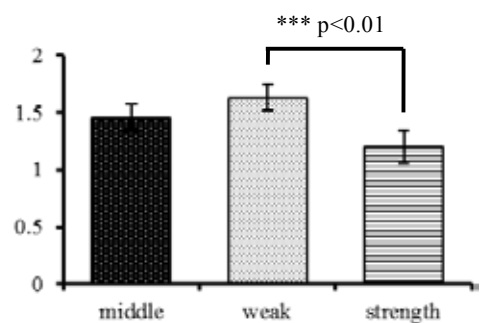


Fig.5 Eyelid opener speed [pixels/frame].