

瞬きスイッチを利用した 重度肢体不自由者のための意思伝達支援装置の開発

宮原 崇志[†] Prima Oky Dicky Ardiansyah[†] 伊藤 久祥[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

現在、重度肢体不自由の患者（以後、患者と呼ぶ）を支援するために、視線追尾装置やスイッチインタフェースなどの意思伝達支援装置が開発されている。しかしながら、それぞれの患者に症状が異なり、そのため意思伝達装置を操作する能力に差が生じる。また介護者にとって、これらの装置を的確に設定することが容易ではないことから、環境による調整が必要な外出時には意思伝達装置を利用しない傾向がある。本研究では、意思伝達装置を利用するための設定を無くすこと、外出時にも本装置を安定して利用できること、装置が低価格であることを前提に、瞬きスイッチインタフェースの開発を試みる。

2. 既存の装置とその問題点

瞬きスイッチインタフェースは、既に数社（徳器技術工業株式会社や有限会社アルファテック^{1,2)}など）によって開発されている（図1）。瞬きには、随意的瞬き・反射的瞬き・周期的瞬きの3種類があり、患者の随意的瞬きのみを検出するために、センサの先端を調整し、さらに

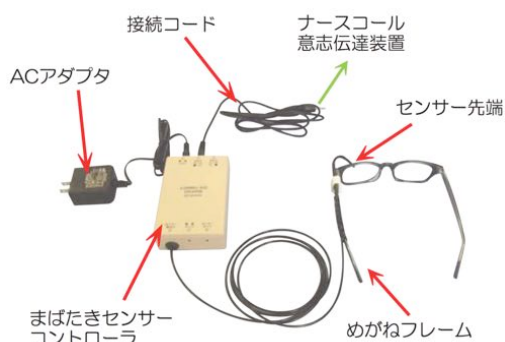


図1 (株)徳器技術工業の瞬きインタフェース

Eye blink controlled assistive communication device for the severely disabled

Takashi MIYAHARA[†] PRIMA Oky Dicky Ardiansyah[†]
Hisayoshi ITO[†]

[†] Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

随意的瞬きを判定するために閾値を手動で設定する必要がある。しかしながら、患者周辺の環境光の変化やセンサ位置のズレなどによる誤判定がしばしば発生するという問題があり、これらのインタフェースは外出時での利用に向かない。

3. 提案の瞬きスイッチインタフェース

本研究では反射型フォトフレクタセンサを用いて、本センサと目尻の位置の変動を計測し、随意的瞬きを自動的に判定する。その判定方法を以下に述べる。

3.1 随意的瞬き検出方法

瞬きが発生すると、目尻とセンサの距離が短くなるため、フォトフレクタのコレクタ・エミッタ電圧が低下する。その原理を利用して、当該電圧の変化量から瞬きによる瞼の動きを検出できる。しかしながら、その電圧はフォトトランジスタの受光に入射する赤外線的光量によって決まるため、環境赤外線光によって電圧の低下度合が左右される。本研究では、様々な照度の環境下で瞬き時のコレクタ・エミッタ電圧の変化を計測し、その関連性を分析した。図2は、室内から室外へ移動する時のコレクタ・エミッタ電圧の最小・最大値を示す。環境の赤外線光量によって、同一の瞬きに対するコレクタ・エミッタ電圧の変化が明確になり、その関連性を線形方程式として近似できる。したがって

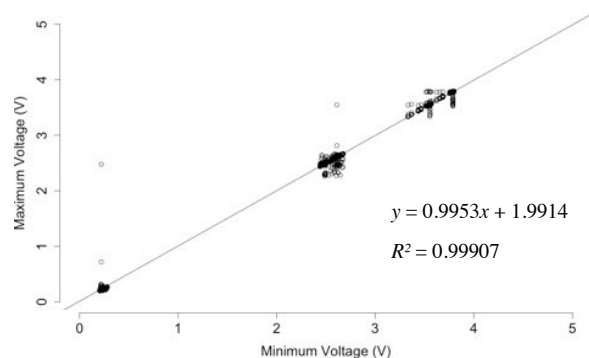


図2 環境赤外線光量対コレクタ・エミッタ電圧

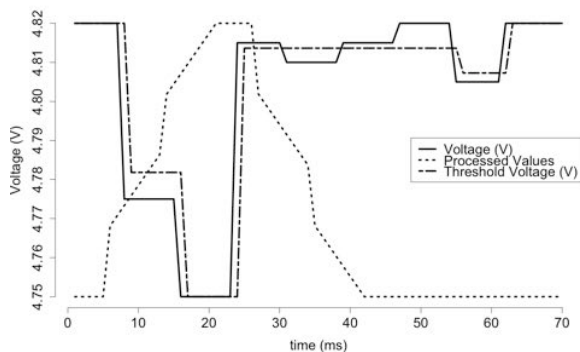


図3 積分前後のセンサー値と閾値のグラフ

て、コレクタ・エミッタ電圧の最小値と最大値を常に観測・更新することで瞬きを判定する閾値を動的に算出できるようになる。

随意的瞬きは、他の種類の瞬きよりも発生時間が長い場合、コレクタ・エミッタ電圧が低下になる時間経過を計ることによって随意的瞬きを特定できると考えられる。

3.2 積分による観測値の正規化

ここで、フォトフレクタセンサからの計測値に含まれる雑音を除去するために、センサ値に対して積分処理を施す。この処理では、まずセンサの最大値と最小値の間に閾値を設定し、時系列にセンサ値と閾値の差分を求める。次に、これらの積分値を逐次的に総和するが、総和した値が非負になるように、負の値を0にする。図3に、積分前後の波形と使用した閾値の推移を示す。

3.3 瞬きスイッチインタフェースの実装

本研究で製作した瞬きスイッチインタフェースを図4に示す。ここで、メガネのフレームに反射型フォトフレクタ (LBR-127HLD) を設置し、当該センサを制御するためにマイコン (Arduino Uno R3) を利用した。マイコン内で HID (human interface device) をエミュレートすることで、瞬きの信号を USB ケーブルで iPad に送信し、iPad の画面を操作できるようにした。なお、マイコンの電源を iPad から取得できるため、本インタフェースは外部電源が不要になる。本インタフェースは、多くの iPad のアプリを操作することができる。また、瞬き操作に適した文字入力や文書の読み上げ、SNS など機能を持つアプリも作成した。

4. 実験

提案の瞬きスイッチインタフェースにおける随意的瞬きの判定精度を検証するために実験を行った。実験手順を以下に述べる。

STEP 1: 被験者に対して、440 Hz の指示音を与え、当該指示音を聞いたと同時に、随意的瞬きを行ってもらう。

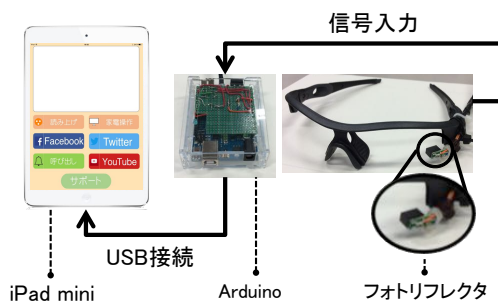


図4 瞬きスイッチインタフェースとシステム構成

STEP 2: 上記の作業を 8 分 30 秒間で実施する。ただし、指示音がない場合でも、通常の瞬き動作は認める。

STEP 3: 実験中の瞬き信号と指示音の信号を実験用のパソコンに記録し、データが正しく記録されたことを確認した後、実験を終了する。

5. 実験結果

被験者 17 人による随意的瞬きの検証実験から得られたデータをもとに、環境光の異なる3つの室内実験環境(窓を閉鎖して蛍光灯を点灯、曇天時に窓を開放して蛍光灯を点灯、晴天時に窓を開放して蛍光灯を点灯)において、指示音がある場合と指示音がない場合で検出されて瞬きの数を集計した。実験結果より、瞬きを判定するための閾値をセンサ値の最大と最小値の 95%とした場合、正確な瞬きの判定を行うことができることが分かった。ただし、上記の閾値を PC で算出した場合の値であるが、携帯端末等の低出力電圧の端末では当該閾値をさらに低く設定する必要がある。例えば、本インタフェースを iPad に接続した場合、閾値を 85%にすると、適切な瞬きの判定を行うことができる。

6. おわりに

本研究では、重度肢体不自由の患者のために、新しい瞬きスイッチインタフェースを提案・実装した。本インタフェースに内装した瞬き検出手法により、随意的瞬きを高精度に検出でき、より快適な利用が可能になることを確認した。さらに、製作したインタフェースを小型化し、パラメータの設定や外部電源も必要としない設計によって、患者が外出する時にも十分に本インタフェースを利用できると期待される。

参考文献

- 1) 株式会社ライフサポート、意思伝達装置の紹介。 <http://life-support.me/new/2013/02/11/7040/> (2014/12/4 閲覧)
- 2) 有限会社アシストシステム、コミュニケーション機器。 <http://www.assist-system.jp/dentatsu.html> (2014/12/4 閲覧)