

<要旨>

現在、先天性の障害または事故による肢体不自由者の不自由な生活を解消するために、様々な装置が開発されてきている。しかしながら、患者一人一人に合わせた装置の開発が困難なため、当該装置は高額となる傾向にある。本研究では、様々な肢体不自由者に利用できるように、瞬きによる情報端末の操作に着目した。瞬きの情報をセンサ回路によって検知し、得られた電気信号を情報端末に送信することによって、iPhone や iPad などの情報端末を操作できるようにした。開発した装置には、文字入力・発話や各種インターネットの利用、家電の操作を可能にする機能が含まれている。

1 研究の概要（背景・目的等）

現在、重度肢体不自由の患者を支援するために、視線追尾装置やスイッチインター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、それぞれの患者によって症状が異なり、意思伝達装置を操作する技量に差が生じる。また、介護者にとって、従来の装置は、的確に機能するように設定することは容易ではない。屋内と屋外など、環境に応じた装置の調整が必要となることから、患者は、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し、外出時にも安定して利用できることや即時利用できること、低価格であることを前提に、瞬きを用いたスイッチインターフェースの開発を試みた。なお、提案インターフェースにて利用することを前提にした iOS 向けアプリケーションもあわせて製作した。

2 研究の内容（方法・経過等）

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。その判定方法について、以下のように述べる。

2.1 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を判定することができる。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の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、様々な環境光において、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1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を線形方程式として近似できる。したがって、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

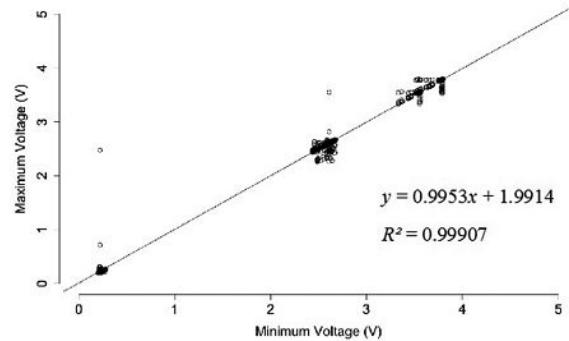


図1 環境の赤外線光量対コレクタ・エミッタ電圧

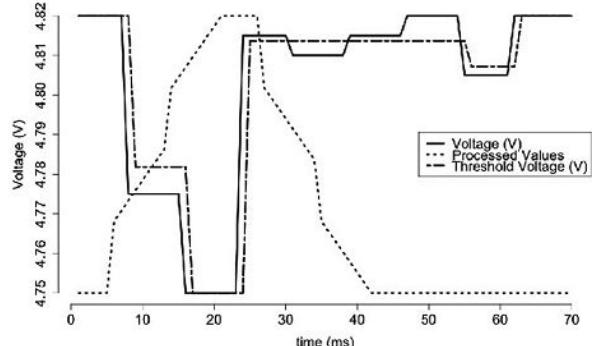


図2 積分前後の波形と閾値のグラフ

ため、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。

2.2 即時利用可能な瞬き判別

本研究の瞬きスイッチは、寝返りや移動などの動きによるセンサのズレを補正するために、計測電圧に対して積分処理を施し、フォトフレクタセンサから計測したコレクタ・エミッタ電圧の計測値に含まれる雑音を除去する。まず、取得電圧の最大値と最小値の間に閾値を設定し、時系列に取得電圧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。以上の処理の結果、閾値は前述の通り動的に変化している。

図2は、積分前後の波形と使用した閾値の推移を示す。周期的瞬きや頭部の動きによる雑音を除去でき安定的に、随意的瞬きの判別が行えるようになった。閾値の動的設定を可能にすることで、様々な環境光の変化に対

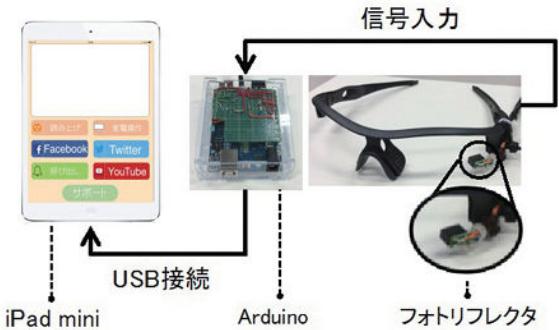


図3 瞬きスイッチインタフェースのシステム構成

応することができる。例えば、屋外において曇りから晴れへ天候が変化した際、屋内から屋外へ移動した際、昼から夜へ時間が変化した際である。よって、事前にキャリプレーションを行うことなく装置を即時利用することが可能となった。

2.3 瞬きスイッチインタフェースの実装

図3は、本研究で製作した瞬きスイッチインタフェースを示す。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。さらに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が、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。

3 これまで得られた研究の成果

提案の瞬きスイッチインタフェースを製作し、iOS上で動作する意思伝達アプリケーションを作成した。操作は、iOSのアクセシビリティ機能であるスイッチコントロールを活用し、項目の選択を行う。アプリの機能として、テキストの入力機能、SNSへの投稿機能、赤外線リモコンを利用した家電製品の制御機能、YouTube視聴機能、カスタムキーボードによるテキスト入力機能がある。インタフェースはiPadやiPhoneでの利用を想定した設計になっている。図4は、製作した瞬きスイッチでiPadにテキスト入力を行っている様子を示す。以下、製作したアプリの各機能を述べる。

[テキスト読み上げ機能]

入力したテキストを音声読み上げ機能によって音声として出力することができる。この機能を用いて、人工呼吸器を装着することで、発話の機能を失った重度患者の会話補助を行う。

[SNS投稿機能]

SNS投稿機能により、FacebookやTwitterへ入力したテキストを投稿することができる。障害発症以前の友



図4 瞬きスイッチでiPadにテキスト入力を行なう様子

人などとSNSを通じ交流を促進することを目的としている。

[家電製品の制御機能]

本システムを赤外線リモコンデバイスに接続することで、TVやエアコンなどの操作を行うことができる。患者が普段利用する家電製品を予め看護師が登録しておき、登録されたボタンを瞬きにて選択操作し外部の機器を利用することができる。従来の意思伝達装置が提供できていなかった、外部機器の連携機能を提供する。

[YouTube視聴機能]

本機能により、YouTubeの動画を選択したり、入力したテキストで動画を検索したりすることができる。

[カスタムキーボード]

従来から患者の意思表示に多用される文字盤と同様な文字配置の五十音キーボードと、日常的に利用する語句を提供する定型文キーボードの二種を利用できる。また、オープンソースの日本語予測変換ライブラリMozcにより従来の意思伝達装置よりも素早く文字列を入力することが可能である。

4 今後の具体的な展開

本研究では、重度肢体不自由の患者向けに、瞬きを用いたスイッチインタフェース及びアプリケーションを提案・実装した。本インタフェースにて内装した随意的瞬き検出手法により、様々な照度環境条件下にて高精度に検出でき、従来機器より快適な利用が可能になることを確認した。また、提案アプリケーションにおいて、従来の意地伝達装置向けのソフトウェアでは成し得なかったスムーズなテキスト入力操作やリモートコントローラーとの連携による家電製品の制御機能も可能になった。

5 参考文献

- [1] 宮原崇志, Prima,O.D.A., 伊藤久祥, 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, 情報処理学会第77回全国大会, 4ZB-03, 2015.
- [2] 宮原崇志, Prima,O.D.A., 伊藤久祥, 即時利用可能なまばたきスイッチインタフェースの開発, ヒューマンインターフェース 2015, 2521D, 2015.