

メガネ装着型瞬き検出装置を用いた重度障害者向けの目入力型意思伝達システムの開発 Development of Eye Input Communication System for Severely Disabled People Using Glasses-Worn Blink Detection Device

加藤 秀太[†] 高野 博史[†] 中村 清実[†]
Shuta Kato Hironobu Takano Kiyomi Nakamura

はじめに

筋委縮性側索硬化症 (ALS) や脳卒中により全身麻痺や失語症となった重度障害者は、自由に肢体を動かすことや言葉をうまく発することができない。しかし、知覚には障害がほとんど見られず、健常者と同様な意思や要求が存在するが、全身麻痺や失語症の重度障害者が他者に何かを伝えることは困難である。そのため、肢体障害者や聴覚障害者など、障害者の方々が円滑に意思伝達できるインタフェースが必要とされている。これまで重度障害者のコミュニケーションを支援する多くの意思伝達システムの開発が行われてきた。これらの意思伝達システムには視線などの目の情報や、脳波、筋電などの生体情報が用いられている。ここでは、瞬きを用いた意思伝達システムについて注目の。従来の瞬き検出方法として、電極をまぶた付近に貼り付けて、まぶたを動かした際に生じる変化を観測して瞬きを検出する方法、メガネに取り付けた反射型フォトセンサを用いて瞬きをした際の反射光の強度差により瞬き検出する方法や画像処理を用いて瞬き検出する方法がある。本研究では、USB カメラから取得した画像に対して画像処理を行うことで、瞬き検出を行う。また、重度障害者であっても介護者の介助で移動することが考えられるので、環境が変わっても意思伝達を行えるようにする必要がある。そこで本研究では、システムの移動を簡易的にできるように、メガネに取り付けた小型カメラを用いて瞬き検出を行う。

2. 瞬き検出の従来法

瞬き検出技術は、意思伝達システムなどに用いるために、これまで様々な方法が提案されてきた。ここでは、従来の瞬き検出方法として、反射型フォトセンサを用いた方法、EOGを用いた方法、画像処理を用いた方法を概略する。

2.1 反射型フォトセンサを用いた方法

反射型フォトセンサを用いた瞬き検出では、眼球で反射した反射光を検出し、まぶたを閉じた時と開けた時の反射光の強度差により、開眼と閉眼を判定する。反射型フォトセンサは軽量であるため、メガネに取り付けた場合でも、使用者は違和感なく使うことができる。しかし、下方などを注視し、まぶたが下がっている場合においてもまぶたが開いていると判定しなければならないため、反射型フォトセンサの設置位置の許容範囲が狭いという問題点がある。

2.2 EOG を用いた方法

EOG を用いた方法では、まぶた付近に電極を取り付け、瞬きをした時に生じる筋電などの変化を計測して瞬きを検出する。しかし、電極を貼り付ける位置などの違いによって検出が困難になる。また、装着を行うため介護者に負担がかかる。

2.3 画像処理を用いた方法

画像処理を用いた方法では、カメラから取得した顔画像などに対して、目検出を行い、眼球開口部面積[1]、黒目面積[2]やまぶたの移動状態[3]などを計測し、閾値などを用いて瞬き判定を行っている。これより、カメラで顔画像などを取得すればよいので、センサを貼り付ける作業に比べれば介護者への負担は少ない。また、反射型フォトセンサとは異なり、設置位置の許容範囲は広いと考えられる。よって本研究では、メガネに取り付けた小型カメラから取得した画像に対して画像処理を行い、瞬き検出を行う。

3. システム構成

本研究で用いる小型 USB カメラの仕様を表 1 に示す。パソコンと小型 USB カメラを接続し、リアルタイムで画像を転送し、転送された画像に対して画像処理を行う。図 1 に小型 USB カメラを取り付けたメガネを示す。図 1 のように USB カメラをメガネの横に取り付けることにより、至近距離から画像を取得することができるので、顔検出または目検出のための処理を行う必要がないので、画像処理が簡略化される長所もある。図 2 に、図 1 の装置で取得した目付近の画像を示す。

表 1 USB カメラの仕様

型番	USB-A0511
センサ	500 万画素, カラーCMOS センサ
解像度	640×480 画素
撮影距離	10cm～無限大
画角	55.6°
消費電流	0.4A (DC5V)
動作温度	-20℃～50℃(非結露)
保存温度	-30℃～60℃(非結露)
動作保障温度	0℃～40℃(非結露)
AF 寿命	30 万回
適応 OS	Windows XP(32bit) Windows VISTA(32bit,64bit) Windows 7(32bit,64bit)

[†] 富山県立大学大学院 工学研究科

[†] Graduate School of Engineering, Toyama Prefectural University



図 1 小型 USB カメラを取り付けたメガネ



図 2 目付近の画像

4. 開度計測

開度計測を行うために、まず図 3 に示す 2 値化画像に対して縦方向 (y 方向) と横方向 (x 方向) に分けてヒストグラムを求める。x, y 方向の黒画素ヒストグラムをそれぞれ図 4 及び図 5 に示す。図 4, 5 の点線枠の部分はメガネのフレームと眉毛のノイズである。このヒストグラムを元にメガネのフレームや眉毛といったノイズ領域を除いた領域に対して、開度計測を行う。開度計測の方法は、上記の方法でノイズ領域を除いた部分に対して、上端から下端まで白画素から黒画素に変わる位置を開始点とし、黒画素から白画素に変わるまでの移動距離を求める。この作業を横方向 (x 方向) に 1pixel ずらしながら繰り返し行う。計測した開度計測の候補の中から上位 k 個 (ここでは $k=5$) の平均をとり、それを目の開度とする。図 6 に瞬目時とその前後の瞬目波形を示す。図 6 より、瞬目時では開度の値が大きく減少していることが分かる。一方、開眼時では開度の値の変動は小さいことが分かる。この特徴を用いて瞬き判定を行うことができる。

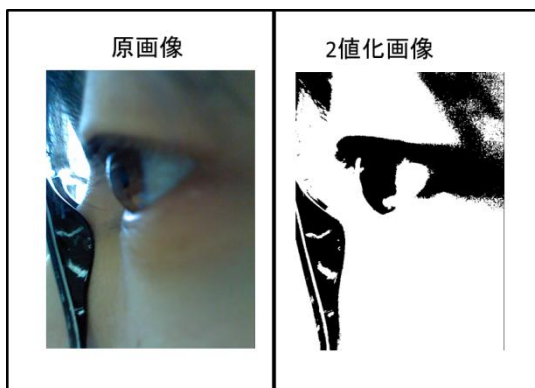


図 3 原画像と 2 値化画像

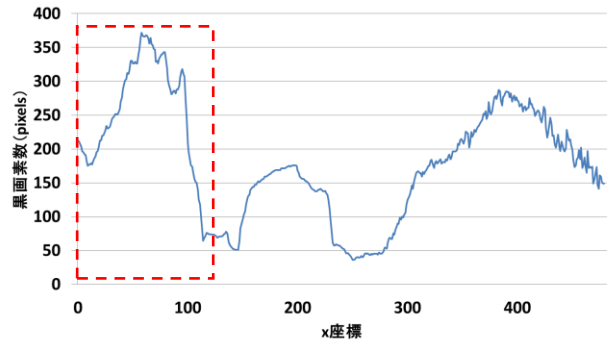


図 4 縦方向のヒストグラム

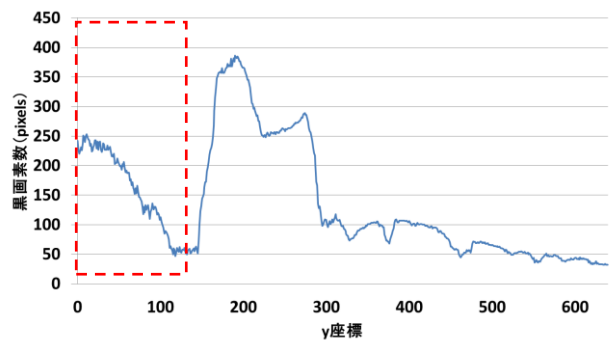


図 5 横方向のヒストグラム

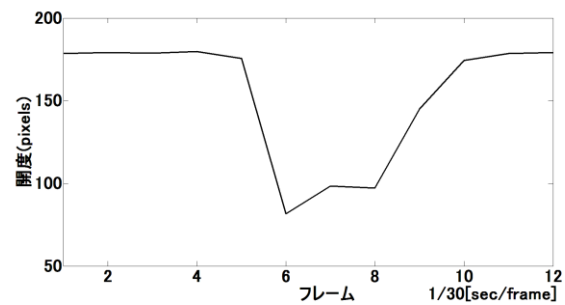


図 6 瞬目波形

5. まとめ

本研究では、重度障害者を対象に、瞬きを用いた目入力型意思伝達システムの開発を試みた。まず、重度障害者が介護者などの介助により移動すること考慮し、システムの移動を簡易に行えるよう、小型 USB カメラを取り付けたメガネを用いて瞬き検出を行った。今回は、カメラから取得した目付近の画像に対して画像処理を行い、目の開度を計測し、瞬目波形を求めたが、瞬き判定までは行っていない。今後は瞬き判定を行い、瞬きを用いた意思伝達システムの開発を行う。

参考文献

- [1] 阿部 清彦, 大井 尚一, 大山 実, “ハイビジョン画像を用いたフレーム分割法による瞬目計測の基礎研究”, 電気学会電子・情報・システム分門大会, pp.591-595, 2010.
- [2] 加藤 秀太, 高野 博史, 中村 清実, “瞬き検出のための黒目面積を用いた自動閾値設定法”, 第 11 回情報科学技術フォーラム, pp.365-366, 2012.
- [3] 竹原 和幸, “メガネに取り付けた超小型カメラで検出したまばたきで制御する重度肢体不自由者向け代替キーボード”, 第 8 回情報科学技術フォーラム, pp.533-539, 2009.