

肢体不自由児のためのまばたきによる支援ツールの研究と開発

鳥居 一平 (愛知工業大学 情報科学部 准教授)

全国の特別支援学校からは、肢体不自由児 (肢体不自由児とは、脳性や筋ジストロフィー、二分脊椎などにより、四肢体幹に永続的な障害のあるものをいう) のための、瞬きによるコミュニケーション支援ツールの開発を強く切望されていた。

既に、高精細カメラや赤外線を利用し、眼の動きを利用したコミュニケーションツールなども販売されているが、数十万から数百万と高額なうえ、誤作動もあり、教育現場では容易に導入する事が難しい。そこで、Apple 社製 iPad, iPad mini, (iOS5.0 以降) のフロントカメラを使い、瞬きによって文字を選択し組み合わせる音声で伝えることのできる、非接触型コミュニケーション支援ツールの開発を行った。

タブレット端末のフロントカメラは、高性能 CCD カメラや赤外線カメラと比べ感度が悪く、連続する画像をリアルタイムで処理するとデータの負荷がかかり処理落ちしてしまう。そこで、画像処理の精度を上げ、誤作動のない瞬き検出が今回の研究の課題であった。また被験者の一人である児童は、「脊髄性筋萎縮症」英名「spinal muscular atrophy (SMA) で筋力が弱く、長く強い瞬きができないため、速く弱い瞬きを判定させるための高精度化を行った。

■ 検出の高精度化のためのプロセスとして

- ① 顔の眼部検出 (OpenCV 付属の眼部 HAAR-like 分類器を用いる)
- ② 閉眼判定 (螺旋ラベリングによる判定)
- ③ 閉眼判定 (明度による判定)
- ④ 閉眼判定 (彩度による判定)
- ⑤ 無意識瞬き・眼球の動きの排除 (複雑さによる閉眼判定)
- ⑥ 残像を用いた閉眼判定
- ⑦ 瞬き (開眼・閉眼・開眼までの) 検出

① OpenCV 付属の眼部 HAAR-like 分類器を使用し、眼部を判断し、一般的な螺旋ラベリングを用いて閉眼判定を行う。

② 螺旋ラベリングでは、黒目の面積を測定し、黒目の面積が閾値以下になった時を瞬きと判定する。しかし、肢体不自由児の場合、瞼が下がり、黒目が小さいため中心である起点ピクセルが見つからず、測定は困難であった。

③ 次に、HSV (Hue, Saturation, Value) の明度 (Value) を用いて閉眼判定を行った。眼部周辺の明度の平均を取り、閉眼時は、この明度の平均値が上がる時を閉眼とした。しかし、教室内のベッド上は暗く、十分な光量が得られないため、測定を断念した。

④ 新たに、彩度の差による閉眼判定を手法を行った。黒目の中心と白目それぞれの彩度 (0~255) の値の平均値を求め、それを下回った時を閉眼と判定する。複数人のサンプリングを元に閉眼判定したが、無意識瞬きや黒目の動き、顔の動きなど、わずかな変化でも判定してしまうため、新たな測定方法が必要となった。

⑤ 次に、彩度と画像の複雑さを合わせた閉眼判定の最も良い値を探し、誤判定が少ない閾値を設定して閉眼を判定した。しかし、被験者である脊髄性筋萎縮症の児童は筋力が弱く、長く強い瞬きができないため新たに改良が必要になった。

⑥ 数々のアプローチの結果、残像を用いた瞬き判定手法を開発した。図は、閉眼や開眼を判定する様子を示す説明図である。ここで、筋力の弱い被験者は半閉じのような瞬きとなる。このような閉じ方でも閉眼を判別できるよう閾値を定める。

⑦ 瞬きの長さを取得して、「短い瞬き、長い瞬き、目を閉じ続けている状態」を判別し、一連の動作変化を数値化できるようになった。この特徴の変化速度による閉眼判定を、残像と最新フレームを比較して、その差が大きい時を閉眼状態と判定させる手法を開発した。脊髄性の疾患により強くしっかりした瞬きができない被験者のような場合にも、意識瞬きと自然瞬きを区別し、弱く高速な瞬きを誤作動なく判定できるようになった。

開発した瞬き判定手法は特許出願中 (2014-081605) で、コミュニケーションツール「あいとーく」「あいてる」に組み込まれ、iTunes から無償で配布される。

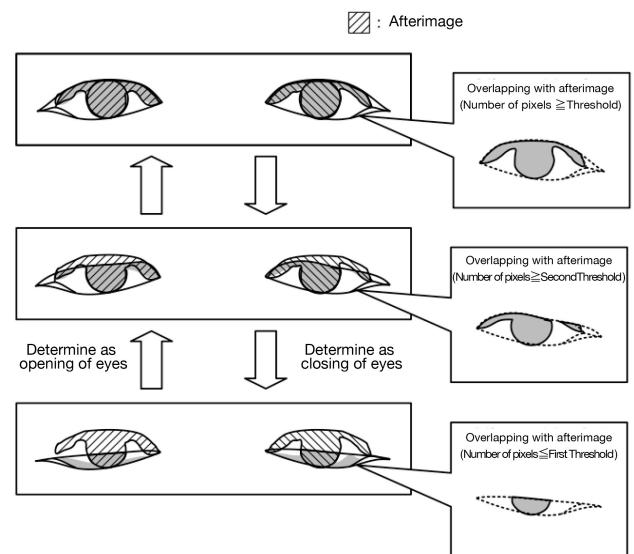


Fig. 開眼と閉眼の説明図