

瞬き操作に基づいた文字入力システムの構築

Development of character input system based on blink motions

○ 春山 裕樹 (群馬大院)	小澤 奈穂 (群馬大院)
瀬川 辰之佑 (群馬大院)	高橋 則行 (S.R.D)
正 中沢 信明 (群馬大)	松井 利一 (群馬大)
Yuki Haruyama, Gunma University	Nao Ozawa, Gunma University
Shin-nosuke Segawa, Gunma University	Noriyuki Takahashi, S.R.D
Nobuaki Nakazawa, Gunma University	Toshikazu Matsui, Gunma University

This paper proposed an intuitive interface based on blinking input with non-contact state. First of all, user's eyes taken to the computer was detected by the Haar-like feature amount. The position of user's iris was estimated by varying the threshold in the binarization procedure. Here, we utilized the blink actions as an input interface and the open/close state were judged by the area of the iris. When the area was decreased, the system recognized that the user closed the eye. This constructed system was applied to the operation for the communication-aid. The characters on the LCD monitor were indicated with constant frequency and the user select them by blinking actions.

**Key Words:** Blink, Image Processing, Communication aid, Human interface

1. 緒言

われわれの目は、有効なインタフェースとして考えられ、これまでも目を利用した入力機器の開発が行われてきた。目を利用したインタフェースの中には、視線を利用したもの<sup>(1)-(3)</sup>、瞬きを利用したもの<sup>(4)</sup>などが提案されている。特に、瞬きを利用したものは、直観的な確定操作を行うことができるため、利便性が高いと考えられる。しかしながら、これらの装置は一般的にはキャリブレーションが煩雑である場合が多い。

本研究では、キャリブレーションを不要とする瞬き入力のインタフェースの開発を行った。ここでは、USBカメラを用いて目の位置を自動認識し、虹彩の特徴量を利用する。使用者の顔画像を二値化処理し、可変閾値を設けることにより、虹彩の位置を算出した。また、虹彩面積によって、瞬きの検出を行い、コミュニケーションエイドの操作に反映させた。

2. 瞬き認識システム

2.1 虹彩位置の検出

図1は、本システムの概略を示したものである。本システムにおいては、使用者の目の様子を USB カメラで捉え、瞬きの検出が可能な認識システムの構築を行った。USBカメラから取得した画像は、Microsoft社のDirectShowを利用することでサンプリング間隔毎にBitmap画像に変換され、画像処理により瞬きの状態を認識する。図2は、実際にUSBカメラから取得した際の顔画像である。ここでは、Intel社が開発したOpenCVを利用し、Haar Like特徴量により、図中の点線で示されるように目の位置検出を行った。検出した目付近の処理範囲を切り出し、式(1)により数値化を行う。

$$g[i, j] = \begin{cases} 1 & (R[i, j] < \epsilon) \\ 0 & (Otherwise) \end{cases} \quad (1)$$

但し、 $R[i, j]$ は座標 $(i, j)$ でのR信号の輝度、 $\epsilon$ は閾値を表している。これにより、虹彩の重心位置を推定する。ここで、推定の様子を図3に示す。図中において、①はOpenCVによる両目の位置検出を行った後の状態を表したものである。②および③は、式(1)において閾値 $\epsilon$ を調整している様子である。この過程においては、虹彩周辺の面積の総和が200ピクセルに到達するまで閾値を増大させ、到達した時点の虹彩位置と見なした。④は虹彩位置が決定した時点の様子である。この時の虹彩周辺の面積変化及び、閾値 $\epsilon$ の変化を図4で示す。

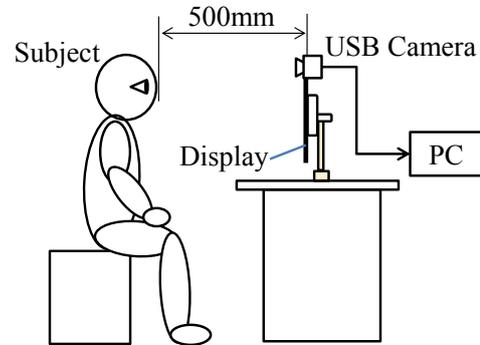


Fig.1 Recognition system.

Procedure field

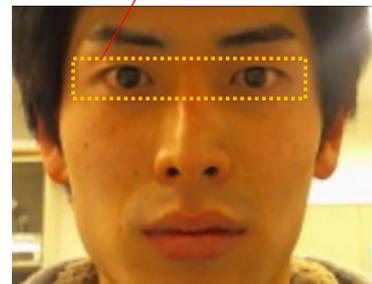


Fig.2 Facial image.

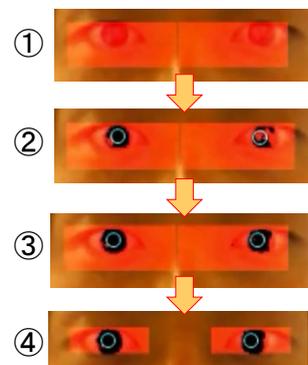


Fig.3 Detection of iris position.

閾値 $\epsilon$ は、0から0.4秒付近で急増しており、これに伴って虹彩周辺の面積も急増していることが確認できる。また、虹彩周辺の面積が目標値の200[pixel]付近になると閾値が一定

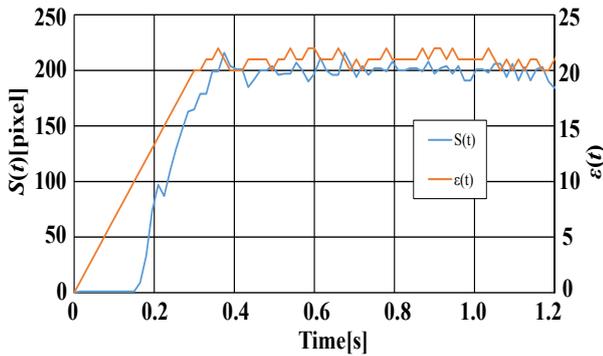


Fig.4 Time series of data of area and threshold.

となっていることが確認できる.

2.2 瞬きの検出

瞬きの検出は、目を開いている時の虹彩の面積との割合によって行う。割合は次式により定義される。

$$S_R(t) = \frac{S(t)}{S_o} \quad (2)$$

ここで、 $S(t)$ は時刻  $t$ における虹彩の面積、 $S_o$ は目を開いている時の虹彩の面積を表している。瞬きの判別については、 $S_R(t) \leq S_c$ となった場合が目を閉じている状態、それ以外を目を開いている状態とした。図5の上の図は目を開いている状態、下の図は閉じている状態を表している。図6は、瞬きを連続的に行った際の面積の割合についての計測波形である。目を開いている状態においては、式(2)の値は約1.0となっていることが確認できる。一方、目を閉じると0から0.2の間の値になる。ここでは $S_c$ の値を0.6に設定し、インタフェースの操作に反映させた。

2.3 インターフェースの操作

本システムをインターフェースの操作に適用した。ここでは、文字の入力をコミュニケーションエイド「話想(はなそう)」(S.R.D社製)を利用することで行った。入力の大略を図7に示す。「話想」の入力方法は、スキャンモードであり、

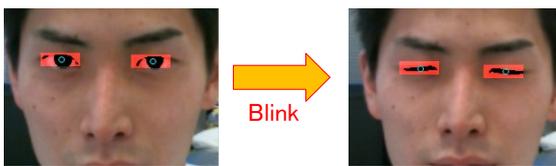


Fig.5 Scene of blink.

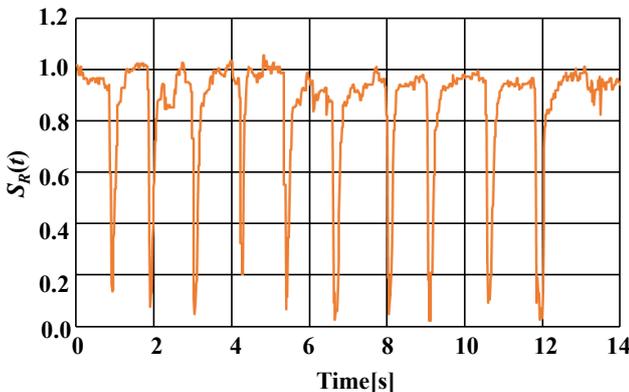


Fig.6 Time series of data in the repeated eye open/close motion.



① ブロック選択



② 行選択



③ 文字選択



④ 文字入力

Fig.7 Input method.

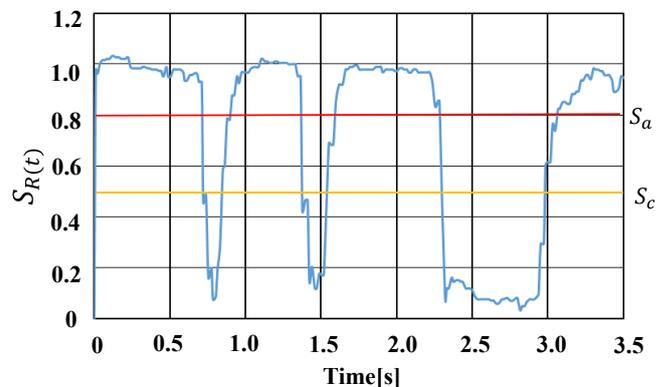


Fig.8 Time series of data in the voluntary and involuntary motions.

①文字のブロック選択, ②文字の行選択, ③文字選択, ④文字入力の順に入力する文字を決定する。スキャンモードのタイミングに合わせて瞬きを行うことで選択される。

## 2.4 瞬きの判別

人は随意性と不随意性の瞬きの動きが見られる．ここでは、随意性の動きを採用するものとする．ここで、随意性と不随意性の瞬きの時系列波形を図8に示す．時刻  $t=0.8$  秒および  $t=1.5$  秒付近では不随意性の瞬きが行われている．図中の  $s_c$  および  $s_a$  は、それぞれ目を閉じた時および目を開いた時の割合である．本システムにおいては、式(2)で示される虹彩面積の割合が  $s_c$  以下の状態が 0.5 秒以上続き、その後、 $s_a$  以上に増大した場合のみ随意性のものと判断した．時刻  $t=2.3$  秒付近においては、随意性の瞬きとなっていることが確認できる．

## 3. 結言

本研究では、虹彩面積の変化量を計測し、瞬き状態を検出するシステムの開発を行い、コミュニケーションエイドの操作への適用を行った．画像処理により、虹彩の重心位置の座標を取得し、虹彩面積の変化率から瞬きの検出を行った．さらに、随意性および不随意性の瞬きを判断するための対策を施した．なお、現在のシステムでは黒縁メガネを装着した場合、誤認識が生じるため、ラベリング処理を行うことで、領域判別により虹彩位置の検出を行う手法を構築する予定である．

## 参考文献

- (1) 西内・高田・栗原：カラーコンタクトレンズを利用した非接触視線検出法の研究，日本機械学会論文誌(C編)，Vol.65, No.636, pp.3314-3320, 1999
- (2) 海老澤・中島：角膜反射を利用した瞳孔位置検出の高精度化，映像情報メディア学会誌，Vol.62, No.7, pp.1122-1126, 2008
- (3) 阿部・大内・大井・大山：画像解析による強膜反射法を用いた視線入力システム，映像情報メディア学会誌，Vol.57, No.10, pp.1354-1360, 2003
- (4) 北川・山下・高野・中村：タブレット端末を用いた重度障害者のための目入力型意思伝達システムの開発，信学技報，MBE2013-2, pp.7-10, 2013