

# 画像処理を用いた瞳孔径・眼球運動・瞬目の計測による 心理状態推測法に関する検討

田中 俊一 加藤 誠巳  
(上智大学 理工学部)

## 1. まえがき

我々人間は、言葉や表情で自分の気持ちを表しながら周囲の人々とコミュニケーションをとり日々生活をしている。その場合、「眼」は自分の気持ちや考えを表す手段の中でも最も重要なものの一つである。例えば、自分の気持ちをより強く伝えたい時には、言葉や体の動作ではなく「眼」の力が必要になってくるし、無意識のうちに「眼」に表情が生まれてくる。従って、その「眼」を読み取ることでその人の気持ちが分かれば、よりコミュニケーションが円滑になり、また故意に作り上げることが可能な言葉や顔の表情と比べると信頼性が高い情報を得られる。

ここでは、カメラから得られた眼球及びその周辺の画像を処理し、「瞳孔径」「眼球運動」「瞬目(瞬き)」の情報を取得し、心理の状態を推測する方法について述べる。

## 2. システムの概要

ヘルメット型の頭部に覆い被せる装置を装着し、そこに付けたカメラから近赤外光を照射し眼球付近の画像を取得する。その後、瞳孔の候補を検出し、もっとも瞳孔らしいと考えられる候補楕円の長径を取得する。それと同時に、瞳孔の中心座標を得て、眼球の動きも検出する。また、適切な候補がない場合は瞬目と判定する。

このようにして得られた3つの情報を心理学的側面も考慮に入れて処理し、心理状態の推測に適した形にする。また、瞳孔径と視線の変化量についてはログを出力し、後で検討できるようにした。

## 3. システムの詳細

### 3.1 瞳孔・眼球運動・瞬目の検出

眼球は、一般に黒目(くろめ)と言われている虹彩と、その中に更に黒くなっている瞳孔がある。可視光ではその違いが殆ど分からないが、近赤外光を利用することでその違いを鮮明にすることが出来る。また直接眼球に接触もしくはその周辺にセンサを取り付ける方式と比較すると、被験者への影響を抑えることが出来る。

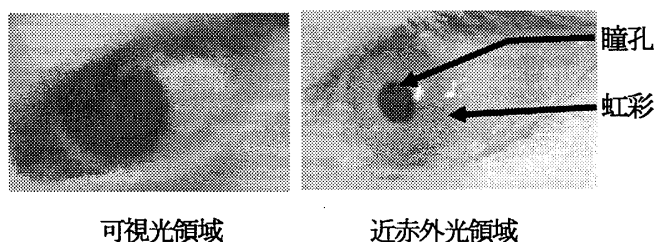


図1 眼球画像

このようにして、検出した瞳孔画像の内接平行四辺形の中心が重なることを利用して光による欠損を補正しながら、瞳孔径(長径)及び中心位置を検出した<sup>1)</sup>。撮影動画は QVGA サイズで 30fps である。

### 3.2 精度の改善

取得した情報は、その時点での瞳孔径や視線の運動であるが、その精度をあげ心理状態の検出に適した情報を取得する必要がある。

例えば、瞬目は長い場合も一瞬の場合も、1回の瞬目として扱わなければならない。

また、瞬目をした際に瞼(まぶた)で瞳孔が覆い隠されてしまうために瞳孔面積が小さくなってしまいが、これは瞳孔径が小さくなっているわけではない。よって、瞬目があった際はその前の瞳孔径とその後の瞳孔径を比較し、90%以上値が異なった場合は瞬目の2フレーム前(0.066秒前)を瞬目直後の瞳孔径とした。

撮影している画像はリアルタイムで処理しているが、実験後にどのような変化が眼に発生したのかを詳細に考察するため、ログファイル化し Excel などの表計算ソフトで確認出来るようにした(図2及び図3)。また、視線運動については座標だけではなくスカラー量である移動距離も算出した。

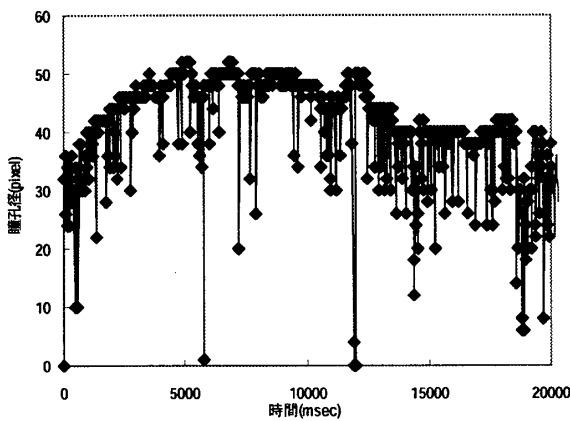


図2 瞳孔径の時間変化

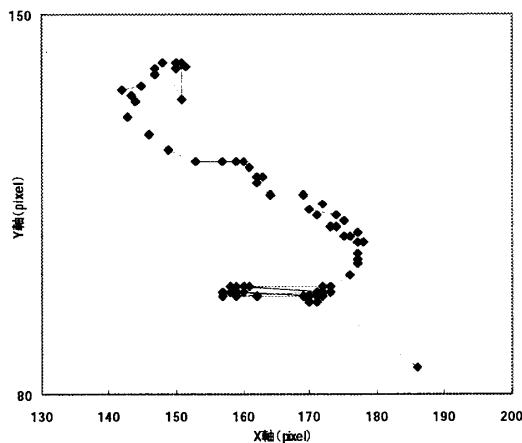


図3 視線運動

## 4. 眼と心理

### 4.1 眼と心理の関係<sup>[2]</sup>

眼球運動には運動速度によって分類すると、500度/秒を超える素早い運動を伴う「サッカード」、5～60度/秒程度の「滑動性眼球運動」、そして最大60度/秒程度の「眼振」などに分けられる。また、感覚刺激に依存する随意性のものと、依存しない不随意性のものの2つにも分類出来る。不随意性のものの中には、ニスタグマス(眼振、nystagmus)と呼ばれる眼球運動があり、さらに前庭性眼振VOR(vestibulo-ocular-reflex)と視運動性眼振OKN(optokinetic nystagmus)に分けられる。これらと心理状態や精神活動との関係の研究には興味深いものがあり、暗算時にはVORの頻度が増えたり、変動距離が長くなることも報告されている。また、LET(Lateral eye movement)と呼ばれる、思考を要求された後に右または左方向に動く眼球運動もある。

瞳孔径は、光による変化だけではなく、交感神経と副交感神経との関わりによって大きく変化をする。交感神経活性時は散孔(瞳孔が広がる)し、副交感神経活性時は縮孔(瞳孔が縮む)する。

瞬目も、眼の渇きを潤す役割だけではなく、神経を集中していると回数が減少し、眠気などによっても頻度や長さが変わってくる。

### 4.2 心理状態の検出

眼と心理の関係を利用し、心理状態を把握することが望まれることがある。そのためk秒毎に時間を区切って1区間とし、区間毎の変化を観察した。最初の1区間sは人によって違う瞳孔径や瞬目間隔の取得時間とし、個人差や撮影環境に対するキャリブレーションを行った。また、長時間に涉って最初に設定した値と異なる平均値が出た時は、再度キャリブレーションを行い補正した。

そして、s及び直前の数区間と比較した場合の変化から心理状態を読み取る実験を行った。

## 5. 実行結果

被験者5名に対し、実験を行ったところ、瞳孔径・眼球運動・瞬目はほぼ正確に計測出来た。またkを20秒にして実験を行ったところ、眠気や興奮を感じた時の瞳孔径や瞬目の変化、さらに暗算をしているときとリラックスしている時の視線運動と瞬目の平均値の変化も異なっていることが観測された。また同時にLETも観測された。

今後はこの結果をさらに分析し、さらに詳細な心理状態が推測出来るようにしていきたいと考えている。

## 6. むすび

外的な、もしくは内的な要因によって敏感に変化する眼から心理状態を表現する情報だけを取り出し、機械で処理するのは未だ困難ではある。しかし、それが可能になれば、犯罪捜査から統合失調症治療などの医療、そしてビジネスや教育まで幅広い分野での活躍が期待出来る。

最後に、有益な御討論を戴いた本学e-LAB/マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表す。

### 参考文献

- [1] 篠田、加藤:“工学的応用を目的とした画像処理による瞳孔径計測に関する検討,” 情報処理学会第88回全国大会 3S-3(2006.3).
- [2] 古賀:“眼球運動実験ミニ・ハンドブック,” 労働科学研究所出版部(1998).