

# 顔画像からの視線感知法

5T-1

青山 宏, 河越正弘  
(電子技術総合研究所)

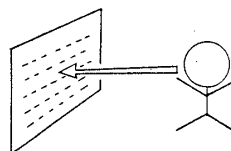
## 1. はじめに

我々は、計算機に対して人間に対するのと同じように対話できる、使いやすい計算機システムを目指しているが、そのためには、透過性の良いインタフェースを実現することが、必須である。

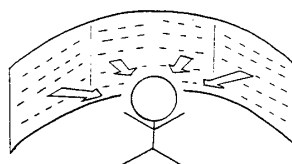
人間同志の対話を考えてみると、相手の視線を見ることで感情、精神状態、話の理解度まで分かる。そこで、計算機に目をもたせ、相手(人間)の視線が追えればスムーズな対話が実現できると考えられる。

この視線を検出するものとしては、従来よりアイカメラがあるが、これは、図1 a)に示すように、何処を見つめているか、を検出するものであり、この方式を採る限り、非接触型にすることは難しい。

しかし考え方を逆転させ、図1 b)に示すように、何処が見つめられているかを検出する方式に変えることにより、完全非接触型でかつ簡易な視線感知デバイスを構成することができる。



a) どこを見つめているか



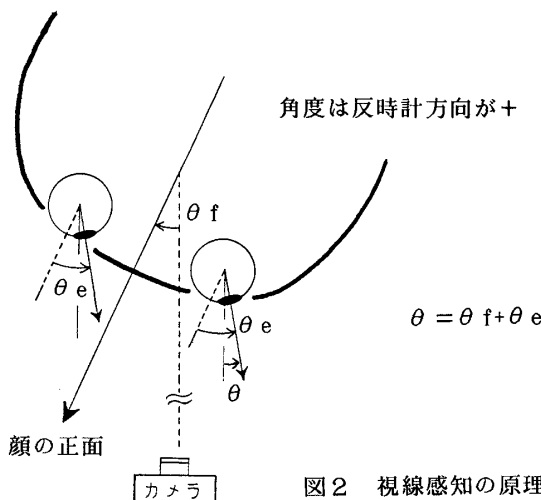
b) どこが見つめられているか

図1 概念図

## 2. 視線感知の原理

画像中の視線がこちらを向いているか否かを検出することは、顔画像中の目だけから判定することは難しく、顔の向き情報が必要となる。顔の上下方向の傾きは、左右方向の向きと比べて無視しても良い場合が多いので、視線感知の第一段階として、本稿では左右方向の顔の向きのみを検出する。

従って、図2に示すように、カメラに対する視線の角度は、カメラに対する顔の角度( $\theta f$ )と、顔に対する眼球の回転角( $\theta e$ )との和であるので、顔写真から $\theta f$ 、 $\theta e$ が求まれば、視線がカメラに向いているか否か判定できる。



$$\theta = \theta f + \theta e$$

図2 視線感知の原理

## 3. 視線感知アルゴリズム

### 3.1 目と顔の近似モデル

眼球は球と仮定し、黒目が左右に移動しても、眼球の中心は移動しないとする。また、黒目径と白目(眼球)径との関係は、一般成人では男女を問わず図3に示すよう、各々12mm、24mmすなわち1対2であり、黒目の直径は眼球の半径に等しい。

顔も、図4に示すように、水平断面は円と仮定し、耳の位置も一定とする。

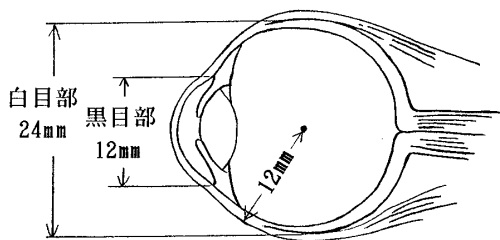


図3 眼球の構造

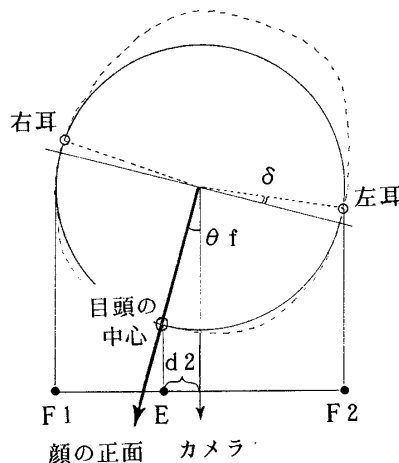


図4 顔の水平断面

Perception of Gaze from Facial Image

Hiroshi AOYAMA, Masahiro KAWAGOE

Electrotechnical Laboratory

3.2 眼球の回転角の求め方

図5に示すように、左右の目頭間の中点をE、左右の黒目間の中点をB、黒目径(=眼球の半径)をa、EからBへの符号付き距離をd1とした時、眼球の顔に対する回転角( $\theta e$ )は次式により求まる。

$$\theta e = \arcsin(d1/a)$$

3.3 顔(首)の回転角の求め方

図4に示すように、左右の目頭間の中点をE、顔の左右の端点を各々F1、F2、F1EとF1F2との比をrとすると、顔のカメラに対する回転角( $\theta f$ )との間には、次式の関係があるので、これによって求める。

$$r = (1 - \sin \theta f) / (1 + \cos(\theta f - \delta)) \quad (\theta f > \delta)$$

$$r = (1 - \sin \theta f) / 2 \quad (\theta f \leq \delta)$$

3.4 視線判定法

1) 白目領域からの判定

物を見るときは、網膜上の最も分解能の良い部分に映すので、カメラを見つめた場合、画像上では黒目が白目の中心に見える。黒目を中心に白目を仮想的に描いた時、白目のふちが、顔の輪郭線の外に出たり、目の領域内に現れてしまうならば、よそ見をしていると判定できる。

2) 目と顔の向きによる判定

図5のd1と図4のd2から算出した $\theta f, \theta e$ から視線のカメラとなす角度を求め、これが $\varepsilon$ (約5度:視線の角度を制御した実験より求めた値)より小さければ、カメラを向いていると判定する。

また、 $\theta f, \theta e$ を算出しなくとも、d1とd2が各々 $\varepsilon$ に相当する値より大きく、符号が同じであれば相殺して $\varepsilon$ 以下に成る事はないので、即座によそ見をしていると判定できる。

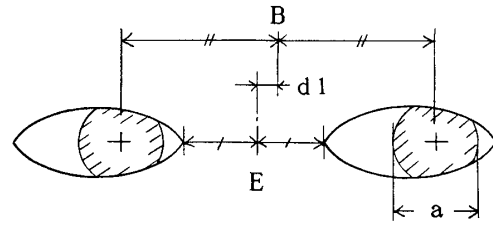


図5 目の回転角の算出パラメータ

4. 実験結果

本手法により視線を求めた例を図6に示す。人間の判定どうりの結果が得られているのが分かる。

5. まとめと今後の課題

視線がこちらを向いているかを、完全非接触で感知する手法を提案した。本手法は、簡易なものであるにもかかわらず、左右方向に対しては、人間による感知実験とほぼ同じ精度で検出することができた。

今後は、縦方向の検出を導入するとともに、実際には顔の両縁が髪の毛で隠れて見えない場合でも、陰影や顔の部品の幾何歪みに基づいて、顔の角度を検知できるようにしてゆく予定である。

今回の実験のように1枚の静止画から視線を感知しようとする時、人間が見ても細かくは判定できない。これは、実際に人間同士相対しているときに、1枚の写真から分かる以上の精度で相手の視線を感知できるのは、自分の動きと同調して相手が動くか否かを動画として見て判定しているからである。そこで本手法を高速化し、実時間処理を行えば、動画からの高精度の視線感知が実現できるであろう。

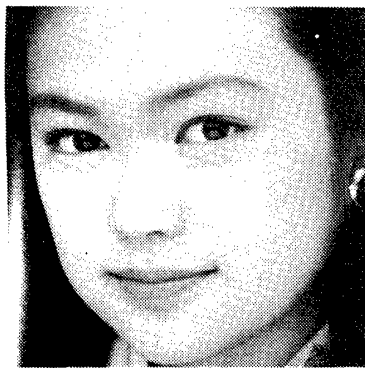
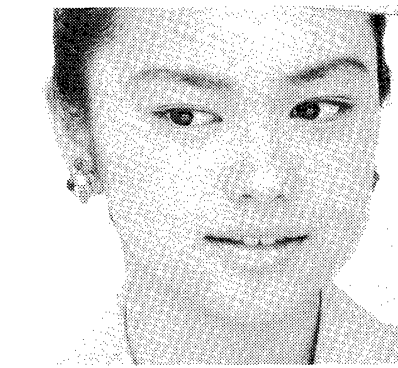
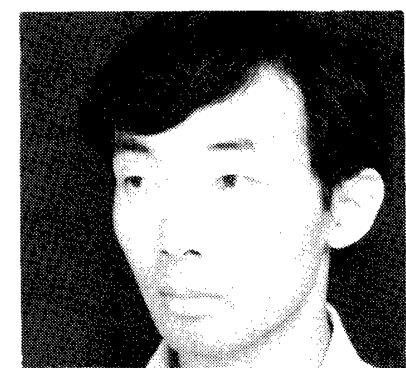
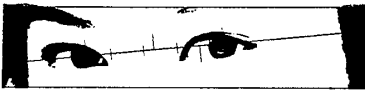
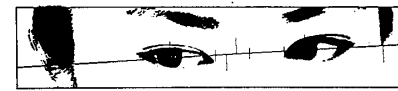
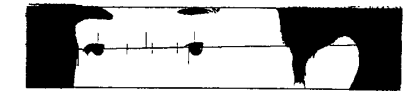
		
		
a) $\theta f = -19.2$ $\theta e = 21.3$ $\theta = 2.1$	b) $\theta f = 8.6$ $\theta e = -30.0$ $\theta = -21.4$	c) $\theta f = -19.0$ $\theta e = -25.8$ $\theta = -44.8$

図6 視線感知実験例