

斜に構えた顔の画像からの視線感知法

6E-1

青山 宏, 河越正弘
(電子技術総合研究所)

1. はじめに

「目は口ほどにものをいい」と言われるように、目は、その人の視線方向を初め、感情や関心の有無に至るまで、大変多くの情報を与えている。そして人間にとって、自分が見られているか否かの判定は、たとえ相手が初めて逢った人であろうとも容易に行える。我々は、この人間の持つ優れた能力、すなわち視線感知の能力を計算機に持たせることを以前より試みてきた [1, 2, 3]。

顔の向きや視線にアオリ角が含まれてなく、かつ水平回転角も黒目径が画像から測定できる範囲の角度であるならば、これまでに良い結果を得ている。

ここでは、顔の向きにアオリ角が含まれていたり、黒目径が測定できない程に顔の水平回転角が大きい場合の視線感知法について述べる。

2. アプローチ

人間は視線の感知を、顔の向きと目領域での黒目の位置とから行っていると考えられる。このことは、顔の向きと目の領域が決まれば、アイコンタクト(視線がカメラに向いている)が成立しているときの黒目の位置は一意に決まることを意味する。

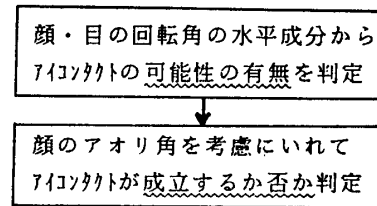
そこで、以下の仮定を基に、画像から顔の向き・目領域を求め、アイコンタクトが成立していると仮定した時の黒目の位置を推定し、原画像との黒目の位置のズレを視線感知の判定に用いることにする。

- 仮定 1 左右の目頭の中点と、唇の両端の中点とを結ぶ線分を、顔の垂直方向とする(図1 a)。
- 仮定 2 顔も視線も正面を向いているならば、黒目の中心は左右の目尻を結ぶ線分上にある(図1 a)。
- 仮定 3 顔の目の高さでの水平断面は、前方部分では円である(図1 b)。
- 仮定 4 眼球の直径は、目頭・目尻間の距離に等しい(図2)。
- 仮定 5 黒目の直径は、白目(眼球)の半径に等しい(図2)。

3. アルゴリズム

平行投影顔画像を仮定する。

【1】概略フロー



【2】詳細説明

- (1) 顔の水平回転角を求める。
顔の左右の縁と両目頭の中心位置から求める [1]
- (2) 粗い分類を行う。
顔の水平回転角が45度以内か、目は開いているか、顔の水平回転角と目領域での黒目の縁の位置との関係がアイコンタクトの成立に矛盾していないか、の判定を行う。
- (3) 顔のアオリ角を求める。
両目尻(両目頭)を結ぶ線分と、両目頭の中点と唇の両端点の中点を結ぶ線分とがなす角、および(1)で求めた顔の水平回転角から、アオリ角を求める(図3)。
- (4) 両目尻を含む顔の水平断面部の、顔画像上での位置を求める(図4)。
- (5) 眼球の中心の画像上での位置を求める。
・眼球の半径を求める。
目頭の位置および(4)で求まる目尻の奥行き値から眼球の大きさを求める。
・眼球の中心位置を求める。
斜めからみた時、顔の水平断面と眼球の断面の歪かたは等しいので、この関係を用いて画像上での眼球の中心位置を求める(図5 a)。
- (6) 黒目の位置の推定
眼球の中心位置すなわち眼球の位置は視線方向によらず一定であるから、顔の向き目尻の位置が決まれば眼球の中心は一意に決まる。また、視線がこちらを向いているならば、黒目は白目の中央に位置する(図5 b)。
- (7) アイコンタクトの判定
視線がカメラに向いているならば、眼球(球体)の中心と黒目の中心は画像上では、上瞼と下瞼で挟まれる領域内で一つに重なる。

4. 予備実験

図6は顔画像の上に、本手法を適用して求めた黒目位置を重ねて描いたものである。この位置ズレから視線の方向のズレを求めると、水平方向が5度、アオリ角が8度となる。顔の水平回転角が30度であることからアイコンタクトが成り立つと判定できる。また、これは人間の判定に一致する。

5. おわりに

顔画像上での眼球の中心位置を、顔モデルに基づいて推定し、原画像の黒目の位置と突合せることによりアイコンタクトの判定を行なう手法を提案した。

本手法で用いた顔のアオリ角の検出法は、水平回転角が小さい時には、原理的に精度が出にくい。しかし、ここで設定したような状況下、すなわち、例えばアイコンタクトが成立してたととしても黒目径は見えない、という程に大きく回転しているときには十分な精度が得られ、視線感知に利用できる。人間も顔の角度により感知モードを切り換えているのではあるまいか。

謝辞 本研究を遂行するに当たり、有益なご助言を下された、弓場敏嗣知能システム部長、藤村是明対話システム研究室長および当研究室の各位に感謝の意を表します。

参考文献

- [1]青山宏,河越正弘:顔画像からの視線感知法, 情報処理学会第37回全国大会 5T-1(1988).
- [2]青山宏,河越正弘:顔画像計測に基づく視線感知法, 計測自動制御学会第5回ハイパー計測部会研究会(1988).
- [3]青山宏,河越正弘:面対称性を利用した顔・視線方向の計測と認識法,情報処理学会コンピュータビジョン研究会 89-CV-61-2(1989).

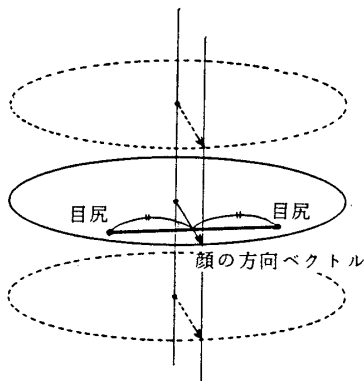


図4 両目尻を含む水平断面円の位置合わせ

楕円を垂直方向に平行に動かし、楕円の中心から出る顔の方向ベクトルと、両目尻の中点とが交わるようにする。

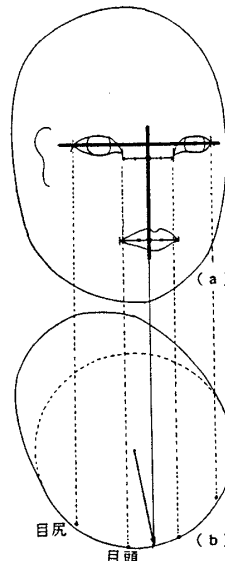


図1 顔のモデル
(a) アオリ角の無いときの垂直線と水平線
(b) 顔の水平断面

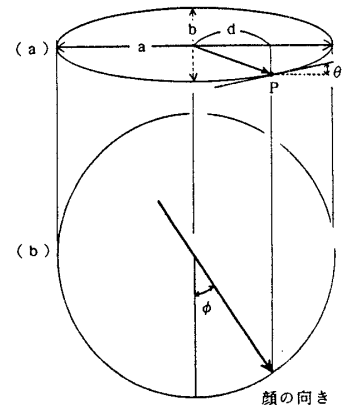
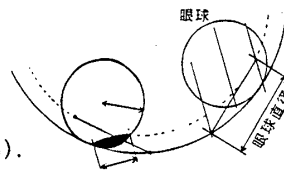


図3 アオリ角の導出

- (a) 長軸の長さa, 周上の点Pのx成分d, p点での接線の傾き θ , から短軸bは求まり, a, bからアオリ角が求まる.
- (b, c) 頭部の水平断面を円と仮定するならば, 水平回転角 ϕ と, 画像上での水平線の傾き θ から, アオリ角が決まる.



目尻・目頭間を直径とする
眼球的半径=黒目の直径

図2 眼球のモデル

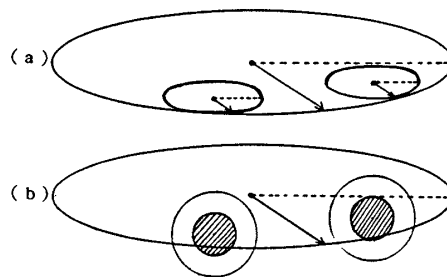


図5 眼球の位置の推定

- (a) 眼球の中心の位置決め
- (b) アイコンタクト成立時の黒目の位置



図6 予備実験の結果

本手法により求めた、眼球の中心位置を基に、黒目を描き入れたもの