

AAMと回帰分析による視線，顔方向同時推定

FACE AND GAZE ANGLE ESTIMATION USING AAM AND REGRESSION

高谷学¹
Manabu Takatani

滝口哲也²
Tetsuya Takiguchi

有木康雄²
Yasuo Ariki

神戸大学工学部情報知能工学科¹
Department of Computer Sciences and Systems Engineering, Kobe University
神戸大学自然科学系先端融合研究環²
Organization of Advanced Science and Technology, Kobe University

1 はじめに

視線，顔方向推定は，視線によるインタラクションを通して，コミュニケーションや支援を行うロボットやアプリケーションにおいて重要な技術である．本稿では，カメラに映る人間への負担を減らすため，特殊なデバイスを用いず，単眼カメラの画像から Active Appearance Models[1] によって大域的な特徴量を抽出し，それらを回帰分析することで視線，顔方向を同時に推定する方法を提案する．その結果，本手法では従来手法よりも安定して視線推定を行うことが可能となった．

2 特徴量抽出

最初にテスト画像から，Haar-like 特徴量を用いた AdaBoost による顔領域探索手法 [2] を用いて，大まかな顔領域を得る．その後得られた顔領域画像に対して Active Appearance Models をフィッティングさせて特徴量を抽出する．本稿で用いる AAM は視線と顔方向を変化させた画像によって構築される．構築されたモデルの例を図 1 に示す．これらの変化を表現するために用いる低次元で大域的なパラメータ c を特徴量とする．

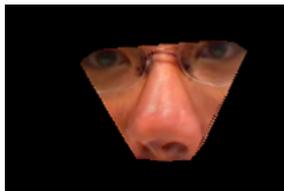


図 1 特徴量抽出に用いる AAM の例

3 提案手法

顔方向推定で用いられている手法 [3] を拡張して， c に対する，顔水平方向 ϕ と視線水平方向 θ の関係をモデル化する．視線方向は眼球の角膜による屈折が起こるため，従来手法と同様にモデル化することはできない．よって，式 (1) によって近似する．

$$c = c_0 + c_1 \cos \phi + c_2 \sin \phi + c_3 \theta \quad (1)$$

与えられた ϕ と θ が既知である学習画像から，最小二乗法によって c_0, c_1, c_2, c_3 を決定し，新たにテスト画像から c が計算されると，式 (2)，(3) によって ϕ, θ を推定する．

$$\begin{pmatrix} \cos \phi \\ \sin \phi \\ \theta \end{pmatrix} = \mathbf{R}^{-1}(c - c_0) \quad (2)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{\sin \phi}{\cos \phi} \quad (3)$$

ただし， \mathbf{R}^{-1} は $(c_1 \ c_2 \ c_3)$ の疑似逆行列である

4 評価実験

被験者 1 名，顔角度と視線角度を -40 度から 40 度の範囲で 5 度刻みに壁にマーカーをつけ，様々な方向を向いて撮影した画像を 160 枚用意する．うち 35 枚を学習画像とし，残り 125 枚をテスト画像として用いる．画像の解像度は 640×480 である．平均推定誤差 (deg) と，誤差が ± 2.5 度以内になる確率 (正解率) を従来手法 [4] と比較実験をしたところ，表 1 の結果が得られた．

表 1 視線推定の実験結果

手法	平均誤差 (deg)	正解率 (%)
従来手法	4.78	39.6
提案手法	3.98	52.0

平均推定誤差に関しては，約 0.8 度の精度改善が見られたが学習画像を 5 度刻みで与えていることを考えると精度に大きな差はないと考えられる．正解率は従来手法に比べ 13% もの改善が見られた．

5 おわりに

本稿では顔の変化を表現する AAM の低次元で大域的なパラメータを回帰分析し，顔方向と視線方向を同時推定することで，従来手法よりも比較的安定した視線推定が可能となった．

参考文献

- [1] T.F.Cootes, "Active Appearance Models", European Conference on Computer Vision (1998)
- [2] Paul Viola, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Feature", Fourth IEEE International Conference pp.40-45 (2000)
- [3] Peter Huisman, "Making 2D face recognition more robust using AAMs for pose compensation", Automatic Face and Gesture Recognition (2006)
- [4] Takahiro Ishikawa, "Passive Driver Gaze Tracking with Active Appearance Models", CMU (2004)