

虹彩中心検出のためのパターンマッチング手法

—輪郭セグメンテーションによる虹彩中心検出の改良—

A Pattern Matching Method for Detecting the Center of the Iris
-Improvement in Detecting the Center of the Iris Using Contour Segmentation-

米沢徹也*1 緒方公一*2 白谷和幸*3 城戸大輔*3

Tetsuya Yonezawa Kohichi Ogata Kazuyuki Shiratani Daisuke Kido

1. はじめに

頭部装着型の小型ビデオカメラにより撮影した目画像を用いて、画像処理により虹彩中心を検出して、視線インターフェースへ応用する研究を行っている。ここでの虹彩中心とは虹彩輪郭から円形パターンマッチングにより得られた円の中心位置のことである。虹彩中心検出アルゴリズムとその高速化についてすでに報告した[1]。視線方向によっては虹彩の一部が瞼に隠れ目尻を虹彩輪郭とするなど、誤った検出が行われる場合があった。本稿では、それらのミスマッチとなった目画像に対して、輪郭のセグメンテーションに基づいたパターンマッチング手法を提案する。実験の結果、虹彩の一部が完全に抽出されない場合でもミスマッチが低減され、虹彩中心が正しく検出されることが明らかになったので報告する。

2. 小型ビデオカメラの装着

視線をコンピュータとのインターフェースとして用いるためには、頭部が自由に動いても視線が容易に検出できることが望ましいので、本研究では小型ビデオカメラをヘルメットに装着する方法を採用した[2]。図1にカメラ(縦18mm, 横27mm, 高さ35mm)を取り付けた様子を示す。実用化を考えると軽量で頑丈な取り付け具が望ましいが、今回の実験ではカメラ位置を安定させるためにヘルメットに取り付けた。カメラの取り付け位置は被験者に応じて最適な位置に調整が可能である。



図1 小型ビデオカメラのヘルメットへの装着

3. 虹彩中心検出アルゴリズム

ビデオカメラにより得られた目画像より図2の手順に沿って画像処理を行うことにより虹彩中心を検出する。まず、色空間フィルタリングにより虹彩を切り出す。切り出した画像から虹彩以外の睫毛や目尻、目頭を取り除くために縦方向・横方向の周辺分布の閾値処理により虹彩の抽出を行う。得られた虹彩画

像より、水平方向の微分処理を行い、虹彩輪郭を抽出する。次に虹彩重心の計算を行い、円形パターンマッチングにより虹彩中心を検出する。

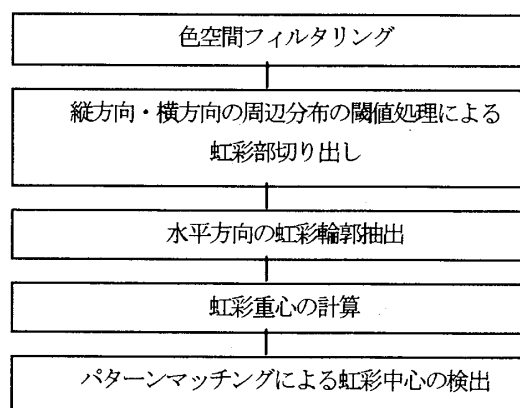


図2 虹彩中心検出アルゴリズム

虹彩中心検出処理のパターンマッチングにおいてミスマッチとなる目画像は、虹彩の一部が目頭や目尻などに重なった場合などであることがわかった。ミスマッチとなった画像の例を図3に示す。この図では、本来は目頭側の虹彩輪郭(図中央)にマッチすべき基準円が目尻側の虹彩輪郭周辺にマッチしたため、誤った虹彩中心が検出されている。

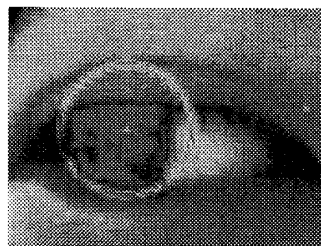


図3 虹彩中心の誤検出例

4. ラベル付き基準円によるパターンマッチング

虹彩重心位置と虹彩中心位置には正の相関があるので、虹彩重心位置から虹彩中心位置がある程度予測できる。本手法はパターンマッチングに用いる基準円を16等分に分割してラベルを付け、検出した虹彩重心位置に応じて用いる基準円のラベルの重みを0と1に変化させ、重みが1となったラベル付き基準円即ち円弧の基準パターンを用いて虹彩輪郭とパターンマッチン

*1 八代工業高等専門学校 情報電子工学科

*2 熊本大学 工学部 電気システム工学科

*3 熊本大学大学院自然科学研究科

グを行うものである。基準円を16等分として0から15までのラベルを付けた様子を図4に示す。分割数は実験の結果16とした。8等分では細かな設定ができず、誤検出が解決できない場合があった。また32等分では16等分に比べパターンマッチングの改善がみられなかったことによる。

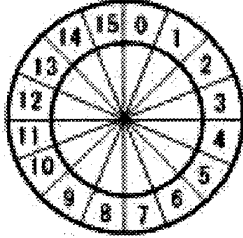


図4 ラベル付き基準円

図5にラベル付き基準円の何番のラベルを用いて基準パターンとするのかを判断するための虹彩重心領域を示す。図のaの領域は正面を見たときの虹彩重心位置の周囲に目画像全体の縦と横の解像度の $1/16$ の大きさを等分割したときの領域の4ブロック分の領域であることを示す。虹彩重心位置がaの領域にある場合にはラベル付き基準円の2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13のラベルの重みを1, 他のラベルの重みを0として、この2つの円弧を基準パターンとして虹彩輪郭とパターンマッチングを行う。このように虹彩重心位置がa~mのどの位置に配置されているかを検出して、ラベル付き基準円の使い分けを行うパターンマッチング手法である。

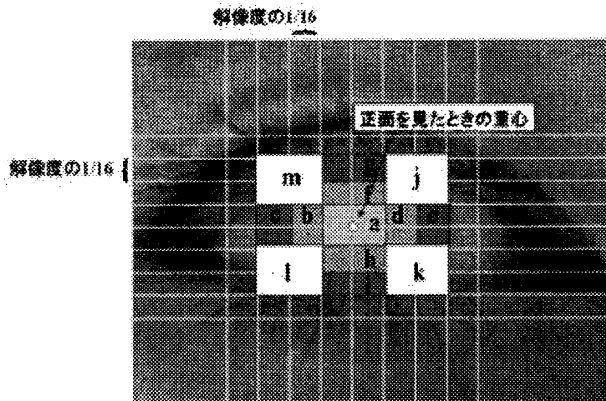


図5 虹彩重心領域の区分

表1に虹彩重心領域によって使い分けるラベル付き基準円の重みを1にするラベルの位置を示す。

表1 虹彩重心領域とラベル付き基準円の重み

虹彩重心の領域	重みを1にする基準円のラベル
a	2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13
b	2, 3, 4, 5, 6
c	3, 4, 5, 6

d	9, 10, 11, 12, 13
e	9, 10, 11, 12
f	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
g	5, 6, 7, 8, 9, 10
h	3, 4, 5, 10, 11, 12
i	4, 5, 10, 11
j	7, 8, 9, 10, 11, 12
k	10, 11, 12
l	3, 4, 5
m	3, 4, 5, 6, 7, 8

5. 実験結果

図3に示すミスマッチとなった目画像に対して本稿で提案したパターンマッチングにより虹彩中心を検出した結果を図6に示す。虹彩重心位置がbの領域にあるので、図4のラベル付き基準円の2, 3, 4, 5, 6のラベルの重みを1, 他のラベルの重みを0とした基準パターン(円弧)とのパターンマッチングを行った。目頭側の虹彩輪郭に正しくマッチングがされていることがわかる。

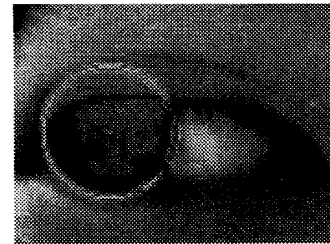


図6 ラベル付き基準円によるパターンマッチング

6. まとめ

従来の我々の基準円の全周を用いるパターンマッチング手法では視線が極端に左右に向けられたり、極端に下方向に向けられ上瞼が下がってきた場合などに虹彩輪郭以外の部分にマッチングしてしまい、虹彩中心が正しく検出されない場合があった。本稿で提案したパターンマッチング手法を用いることにより、従来誤検出となっていた目画像も正しくマッチングされ虹彩中心が求まるように改善された。ただし、本手法においても極端に目が細かったり、睫毛が長いために、虹彩輪郭が正しく抽出されない目画像の場合にはマッチングは難しいと考える。これらの目画像に対しては今後検討する必要がある。

参考文献

- [1] 米沢, 緒方, 白谷, “カラー画像による虹彩中心検出アルゴリズムとその高速化”, 信学技報, NLC2004-10, WIT2004-37, pp. 55-60, 2004.
- [2] 米沢, 谷崎, 園田, “ビデオカメラによる眼球動画入力装置の製作”, 平成14年度電気関係学会九州支部連合大会338, p. 148, 2002.