

近赤外線カメラ画像の処理に基づく視線検出とその応用に関する検討

増田 良平 加藤 誠巳
(上智大学 理工学部)

1. まえがき

近年、顔認証や表情認識などの顔画像認識に関する研究がさかんに行われている。その中でも、視線や瞳孔の変化は人間とコンピュータの自然なコミュニケーション手段になり、視線インタフェースやドライバ支援システム、心理学への応用が期待されている。

本稿で述べるシステムは、一台の赤外線 Web カメラだけを用いる安価でかつ簡単なものになっている。本システムを使用して、顔の単眼視全体画像から瞳孔を検出した後、注視点を追跡する手法と、瞳孔径の変化の検出、その応用に関して検討を行った結果について述べる。

2. システムの概要

本システムは、一台の近赤外線 Web カメラで撮影した 640×480 (Pixels) の VGA 動画画像を入力として、瞳孔の初期検出を行った後に、注視位置の追跡を行う。視線検出の手順を図 1 に示す。

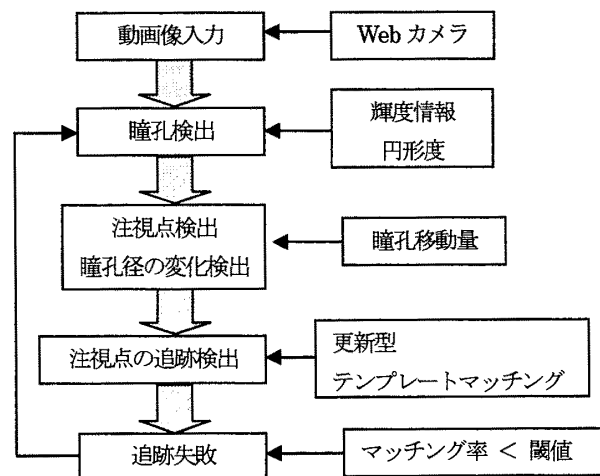


図 1 視線検出の手順

3. システムの構成

3.1 使用したカメラ

本システムは、赤外線 Web カメラ(DC-NCIRC1)に IR フィルタ(FUJIFILM)を装着したもので撮影した動画画像を使用している。(図 2)

使用したカメラからは 6 個の赤外線 LED が照射される。IR フィルタを用いたのは、瞳孔と虹彩とでは近赤外線に対する吸光率が異なる性質があるので、近赤外線の波長領域を撮影することすることにより、瞳孔の検出を行うためである。

また瞳孔の測定は、頭部とカメラを固定して行った。(図 3)

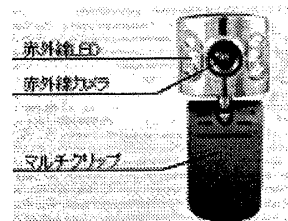


図 2 赤外線 Web カメラ(DC-NCIRC1)

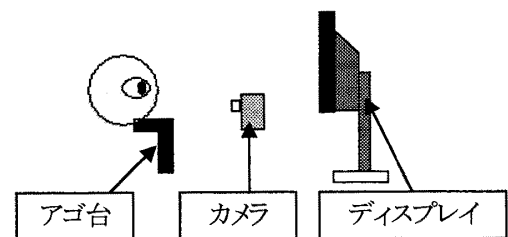


図 3 測定環境

3.2 瞳孔の初期検出

動画画像が入力されたら、初めに瞳孔の初期検出を行う。初期フレームの瞳孔の位置を検出するための手順は以下のようになっている。

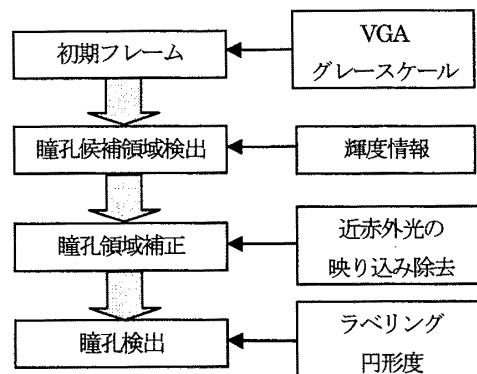


図 4 瞳孔の初期検出

撮影された画像に対する瞳孔候補領域の抽出は、輝度情報が設定閾値を越すか否かを判定することにより行っている。その際に近赤外光の瞳孔への映り込みを除去することで、瞳孔候補領域の補正を行う。

次にその領域をそれぞれ区別するためにラベリングを行う。最後に円形度を用いることで瞳孔を検出している。その領域の縦・横の長さを、ラベリングの際に記憶させる。そして次式により円形度を計算することで円形度が閾値内のものを瞳孔として検出する。

$$r1 = \frac{\text{候補領域の横の長さ}}{2}$$

$$r2 = \sqrt{\frac{\text{候補領域の面積}}{\pi}}$$

$$\text{円形度} = 100 * \frac{|r1 - r2|}{r1}$$

3.3 視線の初期検出

瞳孔が検出されたら、次に注視点の検出を行う。初期フレームの注視点を検出するための手順は以下のようにになっている。

3.2 の処理で瞳孔の初期検出が出来たら、ディスプレイの中心を見ている時の瞳孔の中心の座標を保存する。またディスプレイの4隅を見ている時の瞳孔の中心の座標から、按分比例によって注視点を算出し、ディスプレイ上に赤い点で表示する。また注視点の座標を数値として保存し、Excelのような表計算ソフトで、その軌跡を表示する。

3.4 瞳孔径の変化検出

瞳孔候補領域の左端から右端までの距離と上端から下端までの距離を比べ、長い方を瞳孔径とする。

青いヒストグラムの高さが瞳孔径に相当し、時間と共に古いヒストグラムが右へ流れていくことで時間的な変化を視覚的にわかりやすいように表示している。また、瞳孔検出失敗時にはヒストグラムが赤く表示される。

4. 実行結果

瞳孔径の変化の検出、注視点追跡の結果を図5に示す。また注視点の軌跡を図6に示す。

VGA の動画像の場合、約 15 fps(Pentium IV 3.4GHz)で処理可能である。

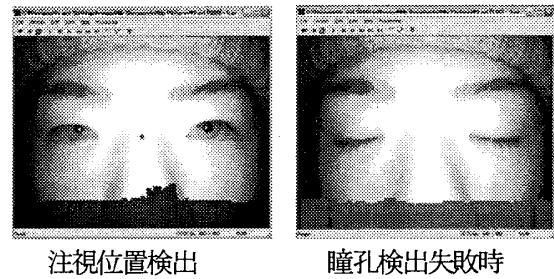


図5 実行結果

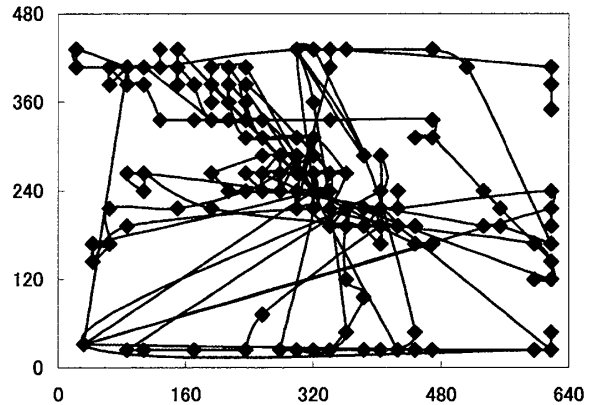


図6 注視点の軌跡

5. 応用用途

近年、視線追跡は様々な分野に应用が期待されている。ビジョン・リサーチなどウェブサイト、新聞、カタログ、その他の宣伝媒体を、見やすく、効率的に、優れたコストパフォーマンスで作成するためのツールとして应用が考えられる。また、画面上に心理的な刺激を与える画像を表示し、その注視箇所を追跡することで、認知心理学への応用も可能であり、また視線インタフェースなどへの応用も考えられる。

6. むすび

本稿では、近赤外線カメラ画像から瞳孔の変化を検出する手法、およびその応用用途について述べた。本手法を用いることにより、画像からリアルタイムで注視位置の検出とその位置を見ている時の瞳孔径を表示することが可能になった。

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] 籠谷、加藤：“顔の単眼視全体画像からの視線検出とその応用に関する検討,” 情報処理学会第69回全大、5P-7(2007.3).