

USB カメラとサーモグラフィーを用いた人間の指による指示動作の認識

山下壱平[†], 熊丸憲男[†], 荒牧重登^{††}, 鶴岡知昭^{††}, 三島健司^{††}

本研究では、人間が生活の場でロボットなどに手や指の動きよる指令を行うことを目的とし、USB カメラとサーモグラフィーを用いた人間の手指の動きの認識を行う。本論文では、これら2つの画像を合成し、人間の肌だけを抽出する実験、および指先の位置を特定する実験の結果について報告する。

Recognition of instruction action with human finger by using the USB camera and thermography

Ippei Yamashita[†], Norio Kumamaru[†], Shigeto Aramaki^{††}, Tomoaki Tsuruoka^{††} and Kenji Mishima^{††}

In this study, the movement of the human finger is recognized by using the USB camera and thermography to instruct a robot, etc. in the human life. In this paper, these two images are synthesized, and the result of the experiment for extracting only the human skin and specifying the position of the fingertip, is described.

1. はじめに

近年、ロボットは工場や研究室などの限られた空間だけでなく、一般の生活の場でも使用されるようになりつつある。将来、ロボットと人間が共存する生活を考えた場合、人間がロボットに対して円滑に、かつ正確に指令を与えることは非常に重要である。人間が与える指令の方法は、音声を用いたものや、器具を用いたものなど、いくつかの指令の方法が研究されている。本研究は、そのひとつである手や指の動きを用いた指令に着目し、その認識精度の向上を目的として研究を行った。

人間が人間に対して手や指の動きよる指令を行う例として、赤い箱を指差しながら「あの赤い箱を取ってください」などといった対象の指定や、主に聴覚障害者などが用いる手話などがあげられる。これまでに通常のカメラを用いて手や指の動きを認識させる研究[1]などが行われているが、これらの研究は、背景が肌の色と異なった単色などの認識を行いやすい理想的な空間における認識であった。生活の場でロボットに対する指令を行うことを考えた場合、背景が肌の色と酷似している場合や、光による肌の色の变化など、単に体の一部の輪郭や肌色の色を用いた認識方法では認識率が下がることが予想される。そこで、本研究は生活の場での認識率の向上を目的とし、USB カメラの実画像に、サーモグラフィーの熱画像を加えた認識を行う。本論文は、その手始めとして行った、実画像と熱画像の2つの画像を用いた認識の実験と、実験の結果について報告を行う。

2. 実験装置の構成

実験装置の構成を、図1に示す。本実験の実験装置は、USB カメラ、サーモグラフィー、ノート PC より構成されている。USB カメラとサーモグラフィーは自作のアルミ製の台に固定し、アルミ製の台は三脚に固定した。実験装置の写真を図2に示し、それを三脚に固定した写真を図3に示す。

アルミの台の中央にあるのが、サーモグラフィーであり、その上に固定されているのが USB カメラである。2種類のカメラで撮影した画像の補正については、3で述べる。

[†] 久留米工業高等専門学校
Kurume National College of Technology

^{††} 福岡大学
Fukuoka University

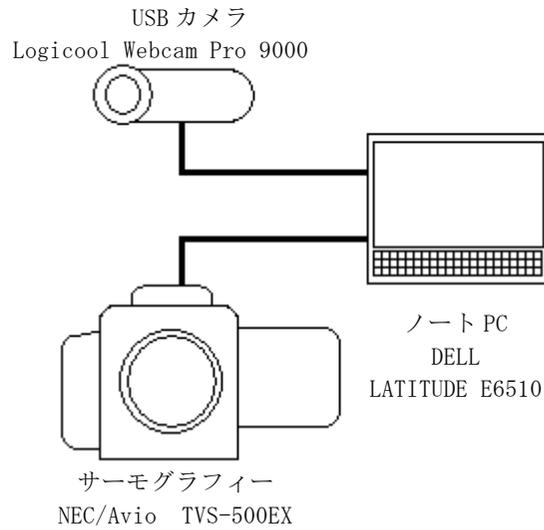


図 1 実験装置構成図



図 2 実験装置



図 3 カメラの固定

3. 画像処理

3.1 画像の補正

図 2 に示したように、USB カメラとサーモグラフィはアルミ製の台の中央と上部に取り付けられている。そのため、USB カメラとサーモグラフィの画像には上下のずれが生じた。また、USB カメラとサーモグラフィの解像度が異なるため、同一の対象を撮影した場合も、それぞれの画像のドット数が異なっている。

そこで、そのずれや解像度を補正するため、図 4 に示す画像補正用の器具を製作した。画像補正用の器具は、白いプラスチック製の板に 4 つの赤い四角形を描き、その外側に 4 つの豆電球を設置したものである。USB カメラの実画像にある赤い点と、サーモグラフィの熱画像にある豆電球の点を用いて画像の補正を行い、2 つの画像の同一の範囲を処理できるようにした。なお、本研究では焦点距離を固定して撮影を行った。

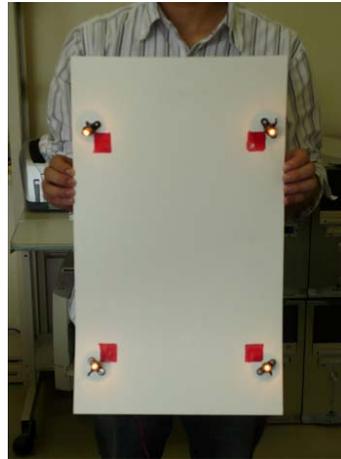


図 4 画像補正用の器具

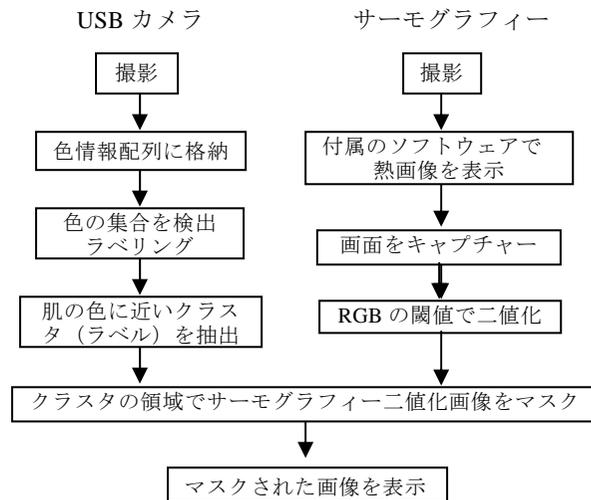


図 5 処理手順

3.2 画像処理の手順

本研究での画像処理の処理手順を図 5 に示す。サーモグラフィーで撮影された熱画像は、その仕様上、直接 PC に読み込むことができなかった。そこで、付属のソフトウェアで PC の画面上に熱画像を表示し、その画面をキャプチャーすることによって、熱画像を抽出した。抽出した熱画像は、体温付近の色彩で二値化した。その熱画像を、USB カメラで撮影された画像にある肌色に近いクラスタの領域でマスク処理を行い、肌の部分だけを抽出した。

4. 実験 1

実験を行い、2 種類の画像によって、人間の肌を認識できるかを確認した。ノート PC 上の処理画面を図 6 に示す。図 6 の左下の画像が USB カメラで撮影した画像であり、左上の画像がサーモグラフィーで撮影された熱画像である。熱画像を USB カメラで撮影した画像を用いてマスク処理を行ったものが、図 5 の右側の画像である。実際に肌の部分だけを抽出できていることが確認できる。

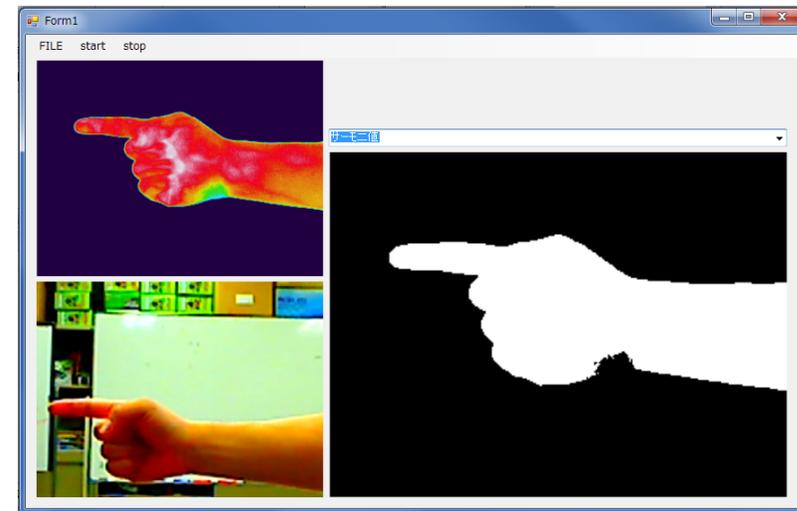


図 6 処理画面

5. 実験 2

次に、認識した画像より指先が指示している方向を検出するため、指先を抽出する実験を行った。指先の検出は、対象となる画像が指 1 本で指差しているという条件で行った。指先の検出を行う際は、マスクされた画像にある手の領域の重心を求め、その重心より最も離れた領域内の点を指先とした。指先を検出した処理画面を、図 7 に示す。

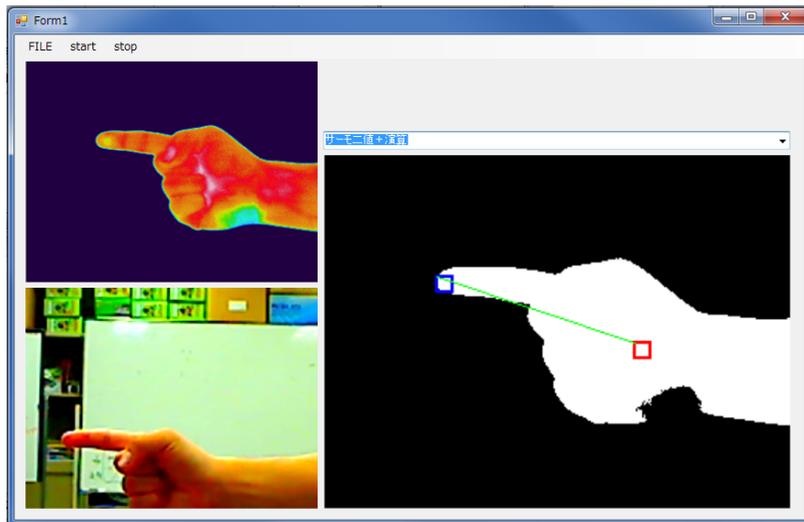


図 7 指先を検出した処理画面

手のひらの中央部にある四角形が手の領域の重心を表し、指先部分にある四角形が領域内で重心より最も遠い点である。実際に指先の方向を検出できていることが確認できる。

6. おわりに

USB カメラの画像とサーモグラフィーの熱画像を合成し、人間の肌だけを抽出することができた。また、指先の位置を特定することができた。今後は、肌と同色に近い背景などでの認識精度の定量的評価、さらに手話の認識へと研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) 外山, 宮崎, 深井, 田村: ステレオカメラを用いた指文字の認識方法, 情報処理学会第 70 回全国大会予稿集