

ジェスチャ識別のためのスケール変化にロバストな特徴点自動抽出

Automatic feature point extraction for gesture recognition which is robust against changes in scale of captured images

矢島 尚人^{*1}
Naoto Yajima

井上 聡^{*1}
Satoru Inoue

^{*1} 埼玉工業大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Saitama Institute of Technology

In this research we propose the method for extracting the feature points automatically from the tip of each fingers. The aim of this extraction is to track the position of fingers for hand gesture recognition such as sign language. During the hand gesturing, fingers are likely to point any direction. Moreover the scale of captured images of hands for image processing changes depending on the distance between capturing device and its target. Therefore the algorithm of feature point extraction for our aim should have robustness against the scale, rotation of images.

Our method realizes robust extraction system using the image pre-processing and hierarchical neural network model.

1. はじめに

画像処理において、対象とする物体の精度の高い抽出や追跡、リアルタイム性の向上は重要な課題であり、生態認証など多くの分野で期待されている。

ジェスチャ識別の研究もその一つであり、健常者がリアルタイムに手話を学習するための学習システムとしても使うことが可能である。

本研究では動画データを入力としたジェスチャ識別を視野に入れている。しかし、ジェスチャ識別システムを構築する為の重要なフェーズであり、ジェスチャ識別のための特徴点自動抽出を対象とし、SIFT 特徴などの手法ではとられる保証のない指先からのみ抽出を行う。

システムの汎用性を考慮し、赤外線センサなどを用いない単眼単視点法によりウェブカメラにて得られた動画データを入力とする。入力されたデータには複雑な背景が含まれているのでこれらの領域データを削除するために、フレーム間差分法を用いる。

そして、得られたデータには手だけでなく、衣服のデータも含まれているので肌色抽出にて衣服データを削除する。Canny 法によるエッジ抽出では手の形状データのみを角度に対して偏りなく、抽出可能である。

以上の流れで有用であると思われるデータのみを抽出出来たので、抽出したデータに対して 8 方向のガボールフィルタを畳み込むことで手の向きを検出、そしてそれぞれのフィルタを持つ向きに対する顕著性の高いデータを得る。それぞれの向きに対して顕著性が現れたデータに対して重みづけを行い、2次元ガウス関数による探査で特徴点自動抽出を試みる。

2. 手指領域抽出と抽出されたデータの方向に対する顕著性

2.1 フレーム間差分・肌色抽出

入力データの各々のフレーム間データを比較すると、背景や課題の他のパーツも含めた中でもっとも手指に差分が現れる。本研究では対象としているフレームとそれ以前の5フレームの平均画素値による差分で動きが多く見られる領域を抽出する。しかし、フレーム間差分にデータには手指だけでなく、腕部の衣服データなども含まれており、それらは有用ではない為、肌色抽出を用いて排除する。

2.2 手の向き検出・向きに対する顕著性

手の向きを知ることで、指先の情報が絞り込まれ、手の向き 22.5 度、45 度、67.5 度、90 度、112.5 度の8方向のガボールドルタを畳み込むことで手の向きを検出し、同時に畳み込み結果を各々の方向に対して顕著性の高いデータ群として扱う。ガボールフィルタは式(1),(2),(3)で表される。

ここで λ は波長の余弦成分、 θ は角度、 ϕ は位相オフセット、 σ は分散、 γ は縦横比を表す。

畳み込む対象がエッジ抽出されたがざうであり、フィルタの持つ向きに対して顕著性の高いデータを無駄なく得る事を目的としている為、 $\sigma=1.5$ 、 $\phi=3.0$ 、 $\gamma=1.0$ とした。

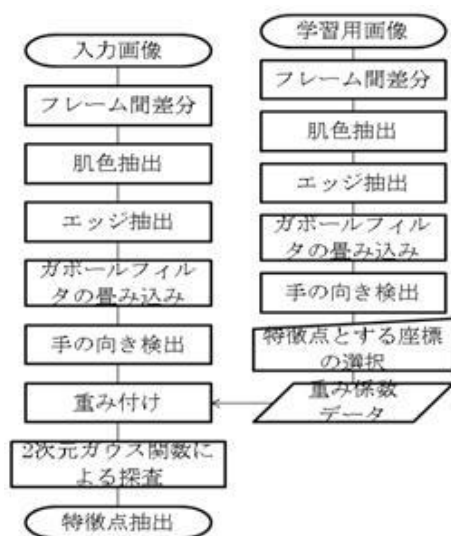


図1 本研究で提案するシステムのフローチャート

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi\right) \quad (1)$$

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2)$$

$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta \quad (3)$$

$$h^*(X) = \text{sign}\left(D \sum_{m=0}^M w_m C_m(X) - \theta\right) \quad (5)$$

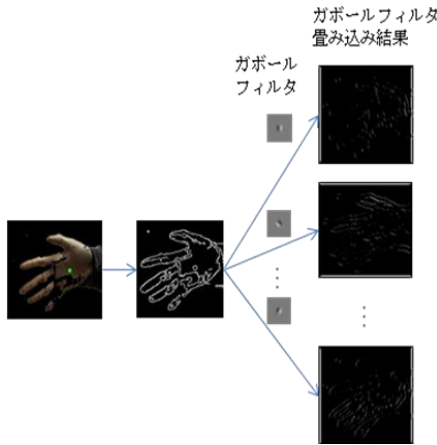


図2 ガボールフィルタによる畳みこみ

3. 重み付けと2次元ガウス関数による探査

各々の畳み込まれたデータに対して重みづけし、各々のデータを探査の為にひとつのデータに複合する。複合したデータに対して2次元ガウス関数を特徴点の探査フィルタとした探査を行う。

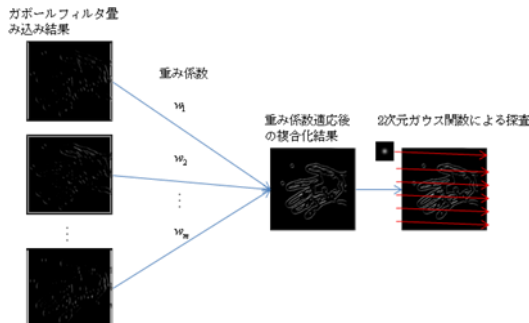


図3 畳み込んだデータに対する各々の重みづけ、2次元ガウス関数による探査

3.1 重み付け

重み付けに使われる係数 w_m は2次元ガウス関数による探査を行った場合、識別の対象とする元画像に対する指先特徴点座標 $X=(x, y)$ に対して満足する値である。探査には2次元ガウス関数を用いた探査を行う為、次元を合わせるために学習の段階では、学習データの各々の方向に対して顕著性のあるデータにて特徴点としたい座標 $I_m(X)$ に2次元ガウス関数かけた後、重みの調整を行う。フィルタの横幅と縦幅をそれぞれ $R_H \text{pixels}$ と $R_V \text{pixels}$ とする。 D は正規化係数であり、入力画像サイズで識別結果が著しく変化しないよう設定された値である。

$$C_m(X) = \sum_{q=-R_V/2}^{R_V/2} \sum_{p=-R_H/2}^{R_H/2} I_m(x+p, y+q) G(p, q) \quad (4)$$

3.2 2次元ガウス関数

2次元ガウス関数は釣鐘型の関数であり、平滑化フィルタとして用いられることが多い。対象座標に近い座標に重みを、対象座標から離れた座標には小さい重みを付ける事が出来る。対象座標データを情報の調味なデータとして扱うのではなく、対象座標周辺の広いデータを扱う事が可能な為、探査フィルタとして採用した。

4. 実験結果

本研究ではジェスチャ識別のための指先から特徴点を抽出するための特徴点自動抽出システムについて研究を行った。図4のエッジの以外に強い色で表された点が特徴点として抽出された座標である。重み係数は学習用画像10枚から学習用特徴点100個を取り出し作成した。本研究の結果から指先から特徴点が取れているのが見てとれ、指先に似た雑音のエッジであっても特徴点として抽出されていない結果も見られた。

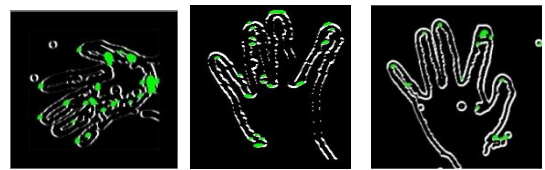


図4 特徴点抽出結果

5. 終わりに

指先から特徴点を抽出することは出来たが、指の付け根などから誤検出されている結果も確認された。機械学習までの過程に主成分分析を導入し、さらに SIFT のようなガウス関数の分散をスケール変化に適用することでより頑強なシステムになることが期待できる。

参考文献

[Fang 07] Yikai Fang, Kongqiao Wang, Jian Cheng and Hanqing Lu: "A REAL-TIME HAND GESTURE RECOGNITION METHOD", IEEE Comput, 2007.
 [Triesch 02] jochen Triesch, Christoph von der Malsburg: "Classification of hand postures against complex backgrounds using elastic graph matching", Image and Vision Computing 20(2002)937-943, 11 July 2002.
 [今井 08] 今井 彰博, 島田 伸敬, 白井 良明: "複雑背景下におけるモデルの照合誤りを考慮した手指形状推定", 電子情報通信学会誌 Vol. J91-D No.3 pp784-792, 2008