

順位方向特徴：順位統計に基づく非線形輝度変化に不変な特徴量

Rank-order Orientation Features: Invariant Features for Nonlinear Illumination Change based on Rank-order Statistics

大鎌 広
Hiroshi OHKAMA

宮川 昌大
Masahiro MIYAKAWA

室蘭工業大学
Muroran Institute of Technology

1 まえがき

物体の認識や検出に勾配ベースの方向性特徴量である HOG 特徴量 [1] や SIFT [2] 特徴量がよく使われている。勾配ベースの方向性特徴量は線形な輝度の変化に対して不変であるが、非線形に輝度が変化すると勾配の向きが変わるために不変ではない。本稿では非線形な輝度の変化に対して不変な方向性特徴量として順位方向特徴 (ROF) を提案する。ROF は順位統計に基づいて定義された方向性特徴量であり、HOG に類似した特徴量ではあるが、輝度変化に対する頑健性の原理が異なる。ROF の基本的な概念を示し、原画像と γ 値の変化 (非線形な輝度変化の一種) した画像との対応点検出を行い HOG よりも頑健であることを示す。

2 手法の概要

HOG では 5×5 ピクセルを cell と呼び、 3×3 cell を block と呼んでいる。cell の範囲では各ピクセルの輝度勾配を算出し、勾配方向 ($0^\circ - 180^\circ$) を (20°) 毎に 9 分割して勾配強度重みのヒストグラムを作成している。つまり cell 単位では 9 次元特徴量である。これを block 単位でまとめ 81 次元ベクトルとしたものを正規化して 81 次元特徴量としている。実際に画像に適用するときには block を 1 ピクセルずつスライドし $n \times n$ スライドさせた場合、 $81n^2$ 次元特徴量として取り扱う。

本稿で提案する ROF は HOG の cell に類似する特徴量であり、8 次元特徴量である。複数 cell を一つの block に変換する操作は ROF でも同様に構成可能であるが本稿ではその点については記述しない。

ROF のアルゴリズム概要は下記の通りである。

1. 5×5 ピクセルの cell 範囲について輝度値を順位に変換する (図 1)。ここで順位に変換されるのでどのような画像でも 1 から 25 の順位に変換される。同値のあるときはその順位の平均値とする。これにより各 cell の順位和は 325 に正規化されることになる。
2. 各 cell において図 2 のように 8 方向の領域 (bin) に分割し、各々の bin の内部の順位の和を 8 次元ベクトルとして特徴量とする。なお各 bin に含まれるピクセル数は同数である。

2 つの標本が同じ母集団から抽出された検定するために標本の順位和を利用する方法は Wilcoxon の順位和検定として知られている [3]。すなわち ROF は各 bin の偏りを順位和統計量で表現した方向性特徴量である。輝度値を順位に変換するため、非線形な輝度変化であっても狭義の単調増加ならば不変量である。しかしながら広義の

単調増加の場合は不変量であることは保証されない。なお広義の単調増加の場合、輝度変化により複数の輝度値が同値になるので、ROF に限らず不変量にはならない。

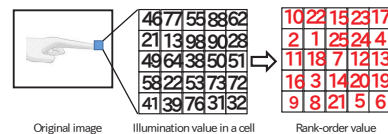


図 1 原画像から順位に変換

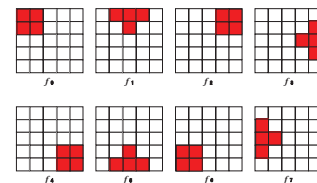


図 2 ROF: 各方向領域の順位和ベクトル

3 対応点の検出実験とまとめ

指先の画像を原画像とし γ 値を変化させた画像の指先の対応点を Cell 単位の特徴量を用い最近傍法によって検出可能か実験した。指先近辺の 10×10 ピクセルの各々について再近傍法で検出した座標の誤差 (ユークリッド距離) が $\sqrt{2}$ 以下のとき検出成功とし、その割合を検出率 (Detection rate) とする。その結果、図 3 が得られた。

この図より γ 値の変化に対して HOG より ROF の方が実際に頑健であることが示された。

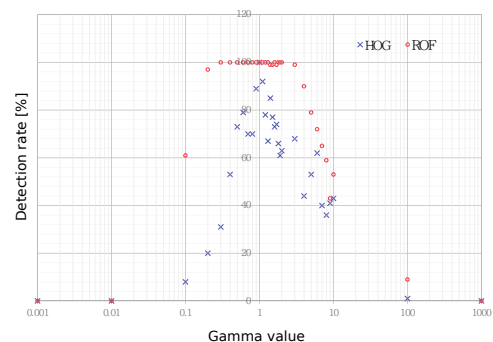


図 3 γ 値に対する検出率

参考文献

- [1] N. Dalal, B. Triggs: "Histograms of oriented gradients for human detection", Proc. of IEEE CVPR 2005, pp.863-893 (2005)
- [2] D. G. Lowe: "Object recognition from local scale invariant features", Proc. of IEEE ICCV, pp.1150-1157 (1999)
- [3] E. L. Lehmann: "Nonparametrics —Statistical methods based on ranks—", Springer(1975)