

方向マップに基づく並列処理による局所不変特徴量の抽出

Extracting Local Invariant Features by Parallel Processing Based on Orientation Maps

市村 直幸

Naoyuki Ichimura

産業技術総合研究所 (〒 305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 2)

Key Words: Local invariant features, Orientation Maps, GPU computing, Object Recognition

1 はじめに

局所不変特徴量は、画像の特徴表現の一種である。この特徴量は、(1) 画像内での局所領域の設定、(2) 局所領域の画像特徴を表す特徴ベクトルの計算、の 2 段階の処理を通じて抽出される。図 1 に局所領域の例を示す。図中の正方形が局所領域を表す。この局所領域内で、輝度勾配の方向ヒストグラムを計算し、それを特徴ベクトルとする。その特徴ベクトルを用いた距離計算や識別器の構成を通じ、画像の対応付けや物体認識を行う。



図 1: 局所領域の設定例。左: 原画像 "Tour de France" [1]。右: 特徴点抽出とエッジサンプリングによる設定結果 [2]。簡明さのため、全局所領域の一部のみを表示している。

2 方向マップに基づく特徴抽出

局所不変特徴量の計算では、並行移動、スケール変化、回転、輝度変化に対する不変性を特徴量に付与するため、スケールスペースピラミッドの構成や局所座標系内部でのヒストグラムの計算等、多くの局所演算を必要とする。この演算の高速化のために並列処理を導入する。並列処理の効率を上げるには、各局所領域で均一な近傍演算が利用できることが望ましい。しかし、図 1 に示すように、局所領域は画像特徴のスケールに依存する不均一な大きさをもつ。よって、個々に近傍演算を行う範囲が異なるため、特徴ベクトルの計算において並列処理の効率を上げることが困難であった。

上記の問題を解決するため、本論文では方向マップ [3] と呼ばれるデータ構造を特徴ベクトルの計算に導入する。図 2 に示すように、微分フィルタの処理結果である輝度勾配の大きさを、輝度勾配の方向ヒストグラムのビンに対応する方向毎に分解する。その分解結果の 2 次元配列を方向マップと呼ぶ。これらの方向マップに対し、ガウシアンフィルタを適用し、局所的な輝度勾配の大きさの重みつき和を全画素に対し一括して求める。その重み付き和は、特徴ベクトルを構成する方向ヒストグラムへの投票値である。よって、特徴ベクトルの計算は、ガウシアンフィルタを適用した方向マップを

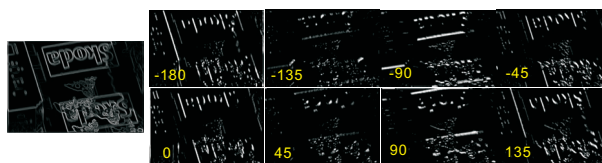


図 2: 方向マップの例。この例では、左に示す 1 枚の微分フィルタの処理結果から、右に示す 8 つの輝度勾配の方向に対応する方向マップを生成している。各方向マップは、輝度勾配の大きさを保持している。

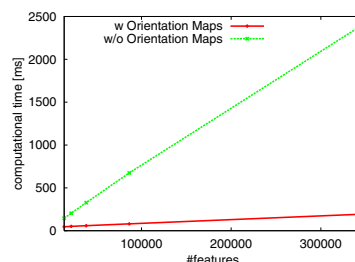


図 3: 特徴数に対する GPU による計算時間の変化。方向マップを用いることにより、特徴数の変化に対する計算時間の変化が大幅に小さくなるのがわかる。

テーブルとする、投票値のテーブルピックアップにより実現できる。上記の処理は、ガウシアンフィルタとテーブルピックアップという、均一な近傍演算から構成されるため、並列処理の効率向上が期待できる。

GPU (NVIDIA GeForce GTX580) を使い、特徴抽出の並列処理による実装を行った。図 3 に、図 1 の画像における特徴数に対する計算時間の変化を示す。この図より、方向マップの導入により、方向マップを用いない場合と比べ約 2~10 倍の速度で特徴抽出が可能になることがわかる。他の画像でも、同様の結果が得られた。これらの結果は、並列処理による特徴抽出において、並列処理に適する演算が実行可能なデータ構造を導入することの重要性を示している。

参考文献

- [1] J SPORTS において放送された映像を使用している。
- [2] N. Ichimura: GPU computing with orientation maps for extracting local invariant features, Proc. Sixth IEEE Workshop on Embedded Computer Vision (ECVW2010), 2010.
- [3] E. Tola, V. Lepetit and P. Fua: DAISY: An efficient dense descriptor applied to wide-baseline stereo, IEEE Trans. PAMI, Vol.32, No.5, pp815-830, 2010.