

多重1次元プロフィールによる高精度動き推定

High precision motion estimation by the one dimension multiplex profile

小林 孝弘
KOBAYASHI Takahiro

青木 恭太
AOKI Kyota

1. はじめに

画像間の動き推定は、画像の高解像度化や効率の良い画像圧縮を実現するために必須である。現在広く用いられているDVカメラの圧縮雑音で劣化した動画像に対し動き推定を行った場合、圧縮雑音の影響により誤った動きを検出する。

本研究では、圧縮動画像系列を対象として圧縮雑音に頑健であり、従来の動き推定法と比べて高精度な動き推定方式を提案し、従来の動き推定法との比較・検討を行うことにより提案方式の有効性を確認する。

2. 動き推定方式

2.1 動き推定の基本方針

本研究で提案する動き推定法は、画像の任意の正方領域の特徴を輝度の水平方向及び垂直方向投影分布、及び正方領域と同一重心で面積50%の45度回転正方領域の45度および-45度方向輝度投影分布で代表させる(図1)。この分布を用いて画像間の水平方向と垂直方向と±45度方向2方向の2組の動き量をそれぞれ求める。以下、画像の正方領域の水平・垂直方向より作成した輝度投影分布を濃度1次元プロフィール、正方領域の同一重心から面積50%部分の45度方向より作成した輝度投影分布を45度方向濃度1次元プロフィールと呼ぶ。動き推定方式にはオプティカルフローなどの画素単位のマッチングを行うもの[1]やブロックマッチングなどの領域単位のマッチングを行うものがある。本研究で対象とするJPEG圧縮により劣化した画像においてはサブサンプリングと量子化により個々の画素の変動は大きく、画素単位のマッチングでは誤った動きを検出する。このため画素単位のマッチングより領域単位のマッチングが適している。また本研究ではJPEG圧縮画像を対象としているが、45度方向より1次元プロフィールを作成することにより、0度方向に存在しているJPEGブロックの影響を受けにくくなるため、JPEG圧縮に対して頑健な動き推定を行うことが出来る。

2.2 45度方向濃度1次元プロフィールを用いた動き推定

本研究では画像の任意の正方領域を動き推定の対象とする。画像の正方領域に対して、同一重心で面積50%の45度回転正方領域において±45度方向から1次元プロフィールを作成することにより、45度方向の1次元プロフィールを作成する。画像の正方領域 n について、±45度方向に作成した1次元プロフィールを $P1(n, j)$, $P2(n, j)$ と表し、式(1), (2)のように定義する。式(1), (2)の w は画像の正方領域の幅、画像の正方領域 n 中の座標 (i, j) の輝度値は G とする。

作成された2組の1次元プロフィールをそれぞれ照合することで動き量を推定する。具体的には、基準側画像領域の

1次元プロフィールを1ピクセルずつシフトさせながら、対象側画像領域の1次元プロフィールと比較し最も良く一致するときのシフト量を検出動き量とする。一致基準は平均2乗誤差を用い、基準側画像領域の1次元プロフィールと対象側画像領域の1次元プロフィール間の誤差が最小となるシフト量を求める[2]。

$$P1(n, j) = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w G(n, i + j, i + \frac{w}{2} - j) \quad (1)$$

$$P2(n, j) = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w G(n, j - i, i + j - \frac{w}{2}) \quad (2)$$

2.3 多重1次元プロフィールによる動き推定

ブロックマッチング法や濃度1次元プロフィールなどの動き推定法では、最小限の次元しか持っていないため、推定動き量の信頼性を直接検証することは不可能であった。しかし本研究では、画像領域に対して濃度1次元プロフィールと45度方向濃度1次元プロフィールで多重に推定動き量が求まるため、推定動き量の信頼性を検証することが可能となる。

本研究では、多重に求めた2組の推定動き量を比較することにより、推定動き量の信頼性を決定する。濃度1次元プロフィールによる推定動き量と45度方向濃度1次元プロフィールによる推定動き量が一致するとき、推定された動き量は、信頼できるものと判断する。逆に、両者が一致しないときに、推定された動き量は、信頼できないものとみなし、推定失敗と判定する。

全推定対象画像ブロックに対する信頼できる推定動き量が得られる場合を推定率、信頼できる推定動き量が得られた推定ブロックに対する真の動き量を得た推定ブロックの割合を正解率とする。

3. 動き推定実験

実験画像にはWaterlooGlazの画像を利用した。WaterlooGlazは圧縮アルゴリズムのために最も広く使用された標準のテスト画像である。動き推定法として多重1次元プロフィール、濃度1次元プロフィール、ブロックマッ

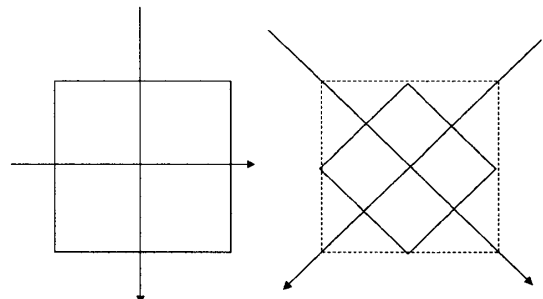


図1 1次元プロフィールの概念図

チング法を用いた。画像種類別17枚、動き推定ブロックサイズ別6種類(128, 64, 32, 16, 8, 4), JPEG圧縮率別3種類(無圧縮, CJPEGクオリティ75, 50)の基準側画像と、基準側画像に対してピクセル精度でX-Y方向にそれぞれ0~7までずらした対象側画像とX-Yどちらも0~7までずらした対象側画像に対して動き推定実験を行った。提案方式である45度方向濃度1次元プロフィールと濃度1次元プロフィールの比較により求めた多重1次元プロフィールによる推定結果と、従来方式である濃度1次元プロフィールとブロックマッチング法の推定結果を示す。表1に多重1次元プロフィールの推定率を示す。表2~表5に各推定ブロックサイズにおける、各方式の正解率を示す。各表は縦に動き推定法3種類、横にCJPEGクオリティ3種類を示している。また図2には多重1次元プロフィールのCJPEGクオリティ別での推定率の変化(上からQ100, Q75, Q50)を示す。図3にはCJPEGクオリティ50での動き推定法(上から多重1次元プロフィール、ブロックマッチング法、濃度1次元プロフィール)の正解率の変化を示す。図2の縦軸は推定率を表し、横軸は推定ブロックサイズを表している。図3の縦軸は正解率を表し、横軸は推定ブロックサイズを表している。

図3を見ると、多重1次元プロフィールを用いて推定動き量の信頼性評価を行うことで効果的に、誤り動き推定が除去されていることがわかる。推定ブロックサイズが4(16ピクセル), CJPEGクオリティ50の最も困難な場合にも、推定率は24%となるものの、97%の正解率を維持しており、極めて信頼性の高い動き推定を実現している。

動き推定実験の結果、任意の推定ブロックサイズとCJPEGクオリティの組み合わせにおいても97%以上の正解率を得た。従来の動き推定法と比べて格段に高精度であることを確認した。動き推定ブロックサイズ別で比較すると、推定ブロックサイズが小さくなるにつれて従来の動き推定法の正解率は低下していくのに対して、多重1次元プロフィールの推定率は低下するものの、正解率は低下することなく、安定して高い正解率を維持している。またJPEG圧縮率別で比較すると、従来の動き推定法はCJPEGクオリティを小さくしたとき、正解率は大きく低下するが、多重1次元プロフィールの場合、推定率は低下するものの、安定して高い正解率を維持している。

4. むすび

本研究では、圧縮動画画像系列を対象として圧縮雑音に頑健であり、従来の動き推定法と比べて高精度な動き推定方式を提案し、従来の動き推定法との比較・検討し、提案方式の有効性を示した。

表1 多重1次元プロフィールの推定率

	Q100	Q75	Q50
32	0.9124	0.8831	0.7921
16	0.8679	0.7468	0.5981
8	0.8323	0.5424	0.3862
4	0.8139	0.3494	0.2425

表2 推定ブロックサイズ32の正解率

	Q100	Q75	Q50
tajyu	0.9999	0.9993	0.9979
noudo	0.9528	0.9388	0.8859
BM	0.9574	0.9519	0.9131

表3 推定ブロックサイズ16の正解率

	Q100	Q75	Q50
tajyu	0.9996	0.9973	0.9904
noudo	0.9166	0.8505	0.7524
BM	0.9256	0.8904	0.7946

表4 推定ブロックサイズ8の正解率

	Q100	Q75	Q50
tajyu	0.9991	0.9931	0.9809
noudo	0.8925	0.7161	0.5885
BM	0.9035	0.7596	0.6354

表5 推定ブロックサイズ4の正解率

	Q100	Q75	Q50
tajyu	0.9989	0.9843	0.9681
noudo	0.8659	0.5291	0.3971
BM	0.8918	0.5695	0.4487

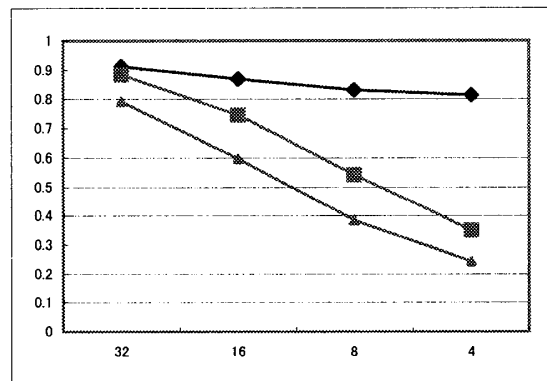


図2 多重1次元プロフィールのCJPEGクオリティ別での推定率の変化

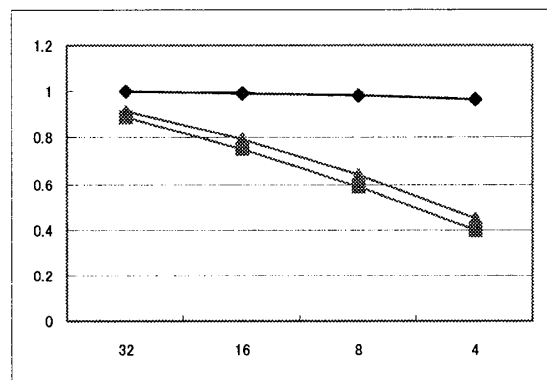


図3 Q50での各動き推定法の正解率の変化

参考文献

- [1] J.L.Barron, D.J.Fleet, S.S.Beauchemin, "Performance of Optical flow Techniques", IJCV12:1, pp43-77, 1994
- [2] 小林, 渡辺, 青木, "圧縮動画画像を対象とする高精度動き推定", FIT2003, J-083, 2003