

# 相似不変量を用いた動画像のグローバルモーション推定

内藤彰一 太田寛志 道西博行

岡山理科大学大学院 工学研究科 電子工学専攻

## 1. はじめに

動画像の揺れ補正や、動画像からのパノラマ画像生成においては、ビデオカメラの姿勢変化によって生じる動画像内の大局的な動き（グローバルモーション）の推定が用いられる。この推定を正確に行うためには、画像内の物体の固有の動き（ローカルモーション）をグローバルモーションと区別することが必要である[1]。本研究では、グローバルモーションによる画像特徴点の移動は相似変換に従うという条件のもとで、相似不変量を用いて2フレーム間のグローバルモーションを求める新たな手法を提案する。

## 2. グローバルモーションの推定方法

2フレーム間のグローバルモーションは、時間間隔が十分小さければ、平行移動、拡大縮小、回転の相似変換で近似できる。一方、ローカルモーションは人の動作などのように複雑な動きをすることから、より自由度の高い幾何学変換になる。また、基本的に背景領域がグローバルモーションで移動するため、グローバルモーションで移動する特徴点は密集していると考えられる。そこで、隣接する特徴点3点で構成できる三角形の相似不変量が特徴点の移動前と移動後とで同値であれば、その3特徴点は同じ相似変換によって移動していると言え、グローバルモーションの領域に属すると見なすことができる。

グローバルモーションの推定には、RANSAC[2]に基づく手法が広く用いられている。この手法は、ローカルモーションが含まれていても精度よくグローバルモーションを推定できるが、推定精度を上げるためにはランダムサンプリングの反復が多く必要である。また、サンプリング1回ごとに幾何学変換パラメータを求めて、全特徴点の移動との誤差計算が必要である。そのため、ローカルモーションの割合が多くなるほど処理時間が増大する。これに対して提案手法は、隣接する3特徴点で構成される三角形の相似不変量を求め、相似不変量が一定の特徴点をす

べて検出して、その移動量から求めた幾何学変換パラメータをグローバルモーションとする。3点から相似不変量を求める計算は、同じく3点から幾何学変換パラメータを求める計算に比べて計算量のはるかに少ないため、処理時間の短縮が行える。また、全特徴点における3特徴点の組み合わせ数は膨大になるが、提案手法では、高速なドロネー三角形分割法[3]を利用して、隣接する3点組を得ることで計算量を削減している。

提案手法の処理の流れを次に述べる。グローバルモーションを求める2フレームをそれぞれ、移動前フレーム、移動後フレームとする。まず、移動前フレームにおいて特徴点検出を行う。その特徴点座標を用いてドロネー三角形分割を行い、各三角形において相似不変量を計算する。ここでは相似不変量に三角形の3辺比を使用する。次に、移動後フレームにおいて特徴点追跡を行い、得られた特徴点座標から相似不変量を計算する。移動前および移動後のフレームの三角形の辺の長さをそれぞれ  $e_1, e_2, e_3$  および  $e'_1, e'_2, e'_3$ 、閾値を  $t$  とするとき、式(1)を満たす3特徴点は移動前と移動後の相似不変量が同値であると見なしてグローバルモーションに属する特徴点の候補とする。

$$\left| \frac{e_2}{e_1} - \frac{e'_2}{e'_1} \right| < t, \quad \left| \frac{e_3}{e_1} - \frac{e'_3}{e'_1} \right| < t \quad (1)$$

このようにして得た特徴点の移動前後の座標から最小二乗法等によって幾何学変換パラメータを求めて、これをグローバルモーションとする。

## 3. 実験結果

ローカルモーションを多く含む画像において、提案手法を適用してグローバルモーションの特徴点を検出する実験を行った。画像は、映像情報メディア学会から提供されている“超高精細・広色域標準動画 A シリーズ”の“Festival”の動画からフレームを切り出して使用した。画像のサイズは  $960 \times 540$  画素であり、移動前フレームと移動後フレームの間隔は  $\frac{1}{12}$  秒である。全特徴点数は400点とした。また、相似不変量の差の閾値  $t$  は0.001にして計算を行った。

Global motion estimation using similarity invariants in image sequence

Shoichi Naito, Hiroshi Ohta, Hiroyuki Michinishi  
Okayama University of Science Graduate School

図1,2に移動前フレームおよび移動後フレームのドロネー三角形分割結果の画像を示す. 白の線はドロネー辺を表す. グローバルモーションの推定を行った結果, グローバルモーションに属すると判定された特徴点を図3に白色の点で示す. また, 図4には他の画像による結果を示す. グローバルモーションは, 式(2)で表されるアフィン変換行列で計算した. 表1に求めたグローバルモーションのパラメータ値を示す.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

画像は, 手間に神輿や人などの動く物体が存在し, 奥には動きがほとんどない観客が写っている. 画像全体はゆっくりと平行移動している. 図3,4より, 主に背景の領域内の特徴点をグローバルモーションとして正しく検出できていることがわかる. 特に図4は背景領域が少量であるが, その中から特徴点が検出できている.

#### 4. まとめ

本研究はグローバルモーションが相似変換に従うという条件のもとで, 2 フレーム間のグローバルモーションを求める新たな手法を提案した. 実験の結果から相似不変量の差を用いてグローバルモーションが得られることを確認できた. 今後は RANSAC に基づく手法と比較して, 処理時間や精度の検証をしていく.

#### 参考文献

- [1] 太田寛志, 道西博行, 岡本卓爾, “アフィン不変量を利用した動画のグローバルモーション推定,” 信学論 D, vol.J97-D, no.10, pp.1593-1603, 2014.
- [2] M. A. Fischler and R. C. Bolles, “Random sample consensus: A paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography,” Commun. ACM, vol.24, no.6, pp.381-395, 1981.
- [3] S. W. Sloan, “A fast algorithm for constructing Delaunay triangulations in the plane,” Adv. Eng. Software, vol.9, no.1, pp.34-55, 1987.

表1 グローバルモーションのパラメータ値

パラメータ	画像 A	画像 B
$a$	1.000	0.999
$b$	0.000	-0.000
$c$	-0.061	1.849
$d$	-0.000	0.000
$e$	0.997	1.001
$f$	0.177	-0.314

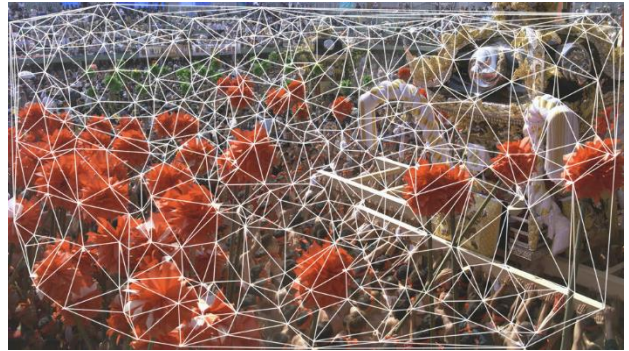


図1 画像 A の移動前フレームのドロネー三角形分割の結果

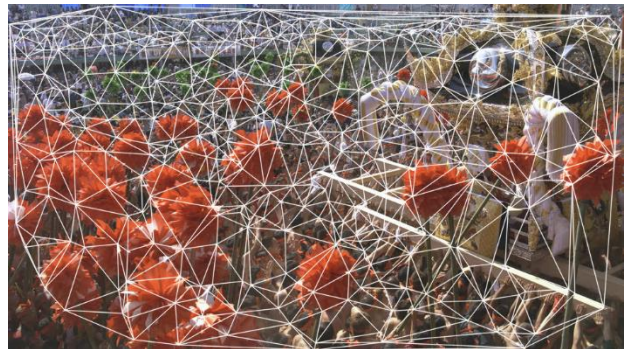


図2 画像 A の移動後フレームのドロネー三角形分割の結果



図3 画像 A におけるグローバルモーションの特徴点の検出結果

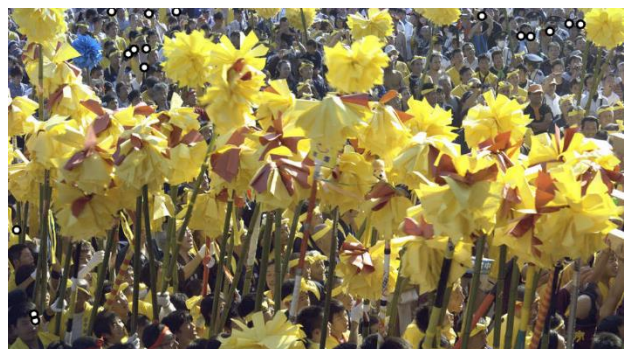


図4 画像 B におけるグローバルモーションの特徴点の検出結果