

動画像の特徴抽出

5 L - 7

マクロ的観点からのオプティカルフローを用いたカメラ操作規定法

阿久津明人, 外村佳伸, 大庭有二

NTT ヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

コンピュータと動画像の結合技術における最近の急激な発展により、従来の動画像技術(蓄積、アクセス、表示)に加え、インタラクティブに動画像を扱う技術(ビデオハンドリング技術)の可能性が検討されてきている。これに伴い、動画像の持つ特徴を自動的にかつ高速に規定し、付加する技術の必要性が高まっている。

今回、動画像の持つ特徴として動画像入力時のカメラ操作に着目した。動画像からのカメラ位置とその姿勢パラメータを推定する手法に関して多数報告¹⁾されているが、そのアプローチの方法がミクロ的である。それゆえにビデオハンドリングへの応用という観点からは、問題を残している。本研究では、動画像へのインデキシングと言う面を重視し、より実用に近い形で動画像から得られるオプティカルフローのマクロ的解析によりカメラ操作を規定する手法を提案した。カメラ操作を規定するために、カメラ操作とオプティカルフローのマクロ的關係を明確にし、カメラ操作規定に関するオプティカルフロー解析手法の確立、シミュレーションと実験による検証を行ったので報告する。

2. カメラ操作とオプティカルフロー

2-1 カメラ操作の種類

通常用いられるカメラ操作を表1に示した。カメラ操作には、6つの種類がある²⁾。

2-2 オプティカルフロー³⁾

オプティカルフローとは、カメラと被写体との相対的な運動によって生じる画面上の見かけの動きベクトル分布である。図1は、その例である。

2-3 カメラ操作とオプティカルフローとの関係

カメラ操作は、オプティカルフローのベクトルの発散点又は収束点及びその大きさに特徴がある。ここで言う発散点または収束点とは、オプティカルフロー中の動きベクトルの全部または一部が、収束または発散する点をさす。例えば、カメラ操作がパンニング場合に見られる典型的オプティカルフローを図2に示す。オプティカルフロー中の各動きベクトルの相対的大きさは等しく、発散点または収束

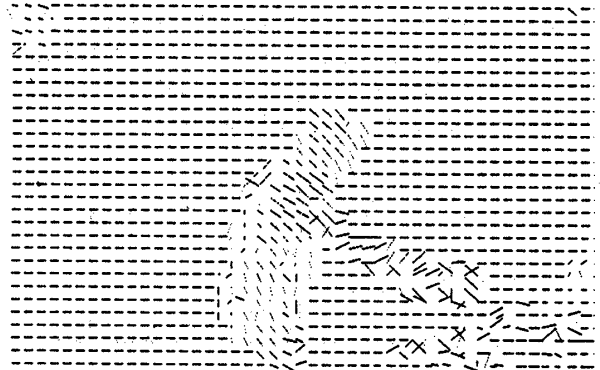


図1 テスト標準画像のオプティカルフロー

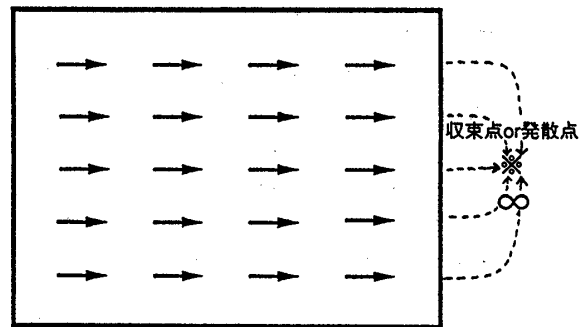


図2 パン操作に見られるオプティカルフロー

点位置は無限遠となる。この動きベクトルの規則性はパンニング操作に固有の特徴である。同様に各種カメラ操作についてもそれら動きベクトルに固有の規則性がある。これらを表1に動きベクトルの特徴として示した。

3. カメラ操作規定の為のオプティカルフロー解析

3-1 カメラ操作に伴う動きベクトルの分離

カメラ操作に伴う動きをする領域と他の動きをする領域の分離は、同一の規則に従う動きベクトルからなる領域の判定を用いた。オプティカルフローの空間的規則性は、図3に示す各動きベクトルの傾き(θ)と距離(ρ)のヒストグラム分布を求めこのピークから検出した。また時間的規則性は、時間的に連続するオプティカルフロー間の差分から検出した。これ等の空間的、時間的規則性が同一規則に従う動きベクトルを持つ領域をカメラ操作に伴うベクトル(グローバルな動きベクトル)として被写体のローカルな動きベクトルと区別した。

3-2 発散点または収束点位置の算出

オプティカルフロー中の各動きベクトルから算出される傾き(θ)と距離(ρ) (図3)の分布は、カメラ操作に伴う発散点または収束点が存在した場合、Hough変換に従う次式で表される。

No.	カメラ操作の種類		動きベクトルの特徴 発散点又は収束点 ベクトルの大きさ	
1	fix shot フィックス	カメラ停止撮影	なし	ゼロ
2	panning パンニング	左右に カメラ方向の変化	無限遠	一定
3	trucking トラッキング	左右に カメラ位置移動	無限遠	変化
4	tilting チルト	上下に カメラ方向の変化	無限遠	一定
5	booming ブーミング	上下に カメラ高の変化	無限遠	変化
6	zooming ズーム	前後に レンズによる撮影角変化	画面中心	画面上一定
7	dolling ドリロー	前後に カメラ位置移動	画面中心	変化

表1 カメラ操作と動きベクトルの特徴との関係

$$\rho = x_0 \sin \theta + y_0 \cos \theta$$

ここで (x_0, y_0) は、発散点または収束点位置の画面座標を表す。

パン操作とズーム操作とを組み合わせたシミュレーションオブティカルフローの傾き (θ) と距離 (ρ) 分布を求めた。その結果を図4に示す。

算出される傾き (θ) と距離 (ρ) 分布から最小二乗法を用いて発散点または収束点位置 (x_0, y_0) を算出し収束点の画面座標原点からのずれから、この画面がパンとズーム操作の組み合わせであると判断できた。

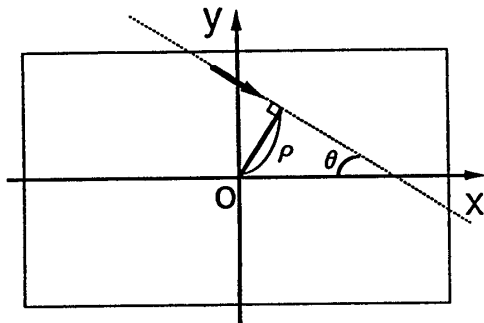


図3 動きベクトルの画面座標における傾き (θ) 及び距離 (ρ)

3-3 動きベクトルの大きさの規則性

動きベクトルの大きさの規則性は、ベクトルの大きさヒストグラム分布のピークから検出した。また、オブティカルフローに三次元情報を含まないカメラ操作(表1 No. 1, 2, 4, 6)に伴う動きベクトルは、次式で表される^{4) 5) 6)} ことを用いて係数 a の分布のピークから動きベクトルの大きさの規則性が検出できる。

$$u = a \cdot x + p_x$$

$$v = a \cdot y + p_y$$

ここで (u, v) は動きベクトル、 x, y は画面座標値、 a, p_x, p_y は係数を表す。

4. 実験

テスト動画像として、CCIRの標準画像のテーブルテニス(720 pixel x 480 line)を用いた。オブティカルフロー算出は、8 pixel x 8 lineのブロックで画像相関法を用いて算出した。図1は、卓球をする人物をパンニング操作で撮影した画像の例である。3-1の手法で同一カメラ操作に対応するオブティカルフローを示す領域を分離した。3-2の手法で算出した標準動画像(テーブルテニス)のパン操作部分及びズーム部分のオブティカルフローの傾き (θ) と距離 (ρ) の分布を図5に示す。パン部分の分布(図5中の $p: \theta = 0$)より発散点または収束点位置が無限遠にあることを検出した。また、別の画像のズーム部分の分布(図5中の $z: \rho = 0$)より収束点位置が座標原点にあることが検出できた。ここで、分布 (z) のバラ付きは、オブティカルフロー算出時の量子化が原因と考えられる。3-3の手法を用いて算出した発散点及び収束点の位置、動きベクトル大きさ分布よりカメラ操作がパン

距離 (ρ)

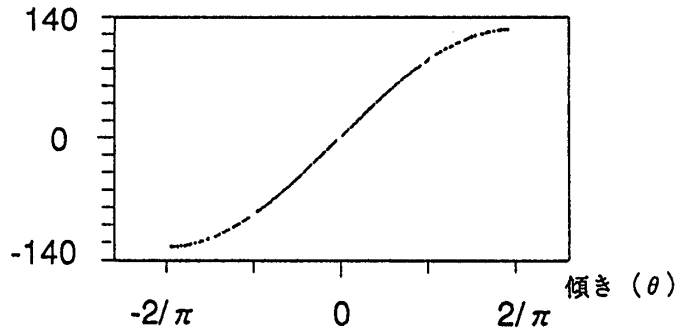


図4 シミュレーションによる動きベクトルの画面座標における傾き (θ) 及び距離 (ρ) 分布

距離 (ρ)

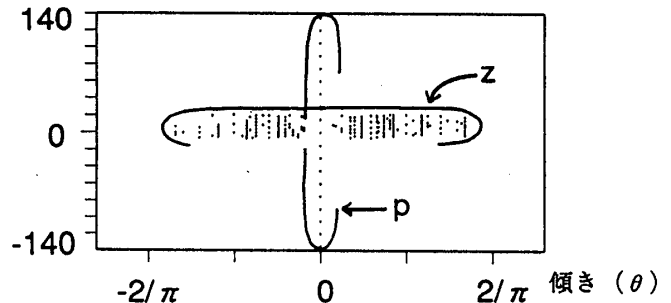


図5 テスト標準画像の動きベクトルの画面座標における傾き (θ) 及び距離 (ρ) 分布

及びズームであると規定できた。同様に他のカメラ操作においても、算出された発散点または収束点位置および動きベクトルの大きさの規則性からそのカメラ操作の規定ができた。

5. むすび

動画像の持つ特徴として動画像入力時のカメラ操作に着目し、動画像から得られるオブティカルフローのマクロ的解析により規定する手法を提案した。カメラ操作の規定に伴い、カメラ操作とオブティカルフローの関係を明確にし、カメラ操作に関するオブティカルフロー解析手法の確立、シミュレーションと実験による検証を行った。

オブティカルフロー解析を用いて算出された発散点または収束点位置および動きベクトルの大きさの規則性から各種カメラ操作の規定ができた。

参考文献

- 1) J.Weng, T.S.Huang, N.Ahuja: "Motion from Images: Image Matching, Parameter Estimation and Intrinsic Stability" IEEE CH2716-9 pp.359-366 (1989)
- 2) 栗田、高橋、竹下: 「画像のソフトウェア」コロナ社
- 3) B.K.P.Horn and B.G.Schunck: "Determining optical flow" Artificial Intelligence, Vol.17, pp.185-203 (1981)
- 4) M.Hotter: "Differential estimation of the global motion parameters zoom and pan" Signal Processing, Vol.16, No.3, pp.249-265 (Mar.1989)
- 5) K.Kanatani: "Structure and Motion from Optical Flow under Orthographic Projection" Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol.35, pp.181-199 (1986)
- 6) K.Kamikura and H.Watanabe: "A Study on Pan and Zoom Compensation for Picture Coding" The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers of Japan, D-299, pp.7-49 - 7-50 (1990)