

## I-42 時系列画像を用いたオプティカルフロー抽出精度向上 Improvement of optical flow extraction using image series

宇野 央† 宮内 新† 荒井 秀一†  
Hisashi Uno Arata Miyuchi Shuuichi Arai

### 1. はじめに

オプティカルフローとは、動画像中のフレーム中で、移動物体上の各点の移動方向と移動距離を表す量である動きベクトルのことである。

このオプティカルフローは3次元空間中の物体の奥行きに関する情報を含んでいることから、画像内の物体の3次元空間中の姿勢や位置、形状を求めることができる。

そのため、オプティカルフローは、動き解釈や3次元復元の問題において非常に有用であり、動画像処理の様々な分野で利用されている。

以上より、動画像から高精度でオプティカルフローを検出するアルゴリズムを確立することが、コンピュータビジョンの分野だけでなく、動画像からの物理計測を必要とする科学、技術の様々な分野において望まれている。

また、対ノイズ性や、実用性の向上といった問題が残されている。

### 2. 目的

オプティカルフローの代表的な抽出法は、グラディエント法とマッチング法に大別される。グラディエント法は複雑な動きに対処できる反面、比較的大きな動き、濃度勾配のない領域が動いた場合に対して精度が低いとされる。またマッチング法は、グラディエント法にくらべ比較的大きな動きを抽出するのに適しているが、画素毎に動き量が異なっている場合に動き量の検出誤りの発生頻度が高くなるとされる。

このように、オプティカルフローを正確に抽出することは難しく、それぞれの抽出法に適した画像状況を満たさない場合、抽出誤差は大きくなる。

本研究では、時系列画像を用い、いままで求めたオプティカルフローから予測を行い、画像状況に適した抽出法との統合を行うことで、過去の動きをふまえたオプティカルフロー抽出を行わせ、より抽出精度を向上させることを目的とする。

また実用性の向上を図るため、本研究ではビデオカメラで撮影した動画像を入力画像とし、実用性を高める。

### 3. 階層画像を用いた動きベクトル補正

階層画像は、近似的に画像の高周波数成分が除去され、低域部分のみ保存する形で画像の階層化が行われる。従って、空間解像度が劣化している上位階層の画像は、物体の詳細な動きは捉えることはできないが、被写体の大局的な動きを把握できる。一方、階層画像の下位階層では、物体の動きを局所的にしか捉えることができないが、物体の動きを画素解像度に近いレベルで把握できる。

そこで、オプティカルフロー抽出法に階層画像を用いることで、上位階層の画像状況から誤差軽減されたオプティカルフローが下位階層に伝達され、下位階層におけるオプティカルフロー抽出の際、上位階層で抽出されたオプティカルフローを中心にしてオプティカルフローを抽出することで、より誤差軽減が期待でき、局所的な動きだけでなく大域的な動きも把握できる。

### 4. 提案手法

従来行われてきたオプティカルフロー抽出精度向上の研究では、まず背景画像を撮影しておき、入力された画像と、その背景画像との差分をとることで、動きのある部分を抽出し、オプティカルフローを抽出しやすくしていた。しかしこの方法では背景画像を得られない状況では用いることはできない。実環境で用いる場合、カメラの移動や、ズームアップなど、背景画像との差分を用いることは難しい。そこで本研究では背景画像との差分を使用せずにオプティカルフローを抽出することで実用性の向上をめざす。

#### 4.1 予測を用いたオプティカルフロー抽出法

本研究では、過去で決定されたオプティカルフローを用い、予測を用いて、現在のオプティカルフローを決定させる。予測方法として、過去で求めた複数枚のオプティカルフローを用い、現在のオプティカルフローをラグランジュ補完の外装を行い予測を行う。こうすることで、曲線的な動きにも対応した予測を行える。

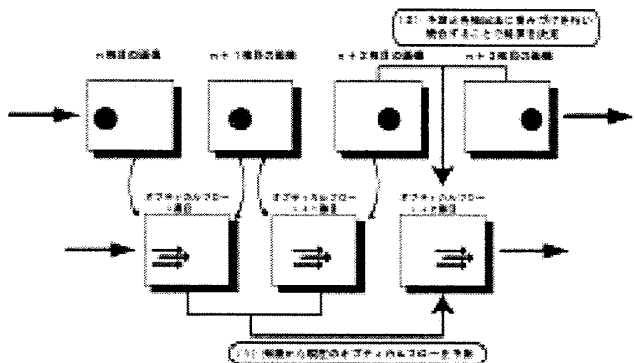


図1 本研究の概要

#### 4.2 注目画素の周辺の動き

注目画素だけを用い、フロー抽出を行うと情報不足と考えられ、精度の低いフローが検出されてしまう。そこで、注目画素と近傍を用い、周辺の動きをふまえたフロー抽出を行う。また、動きのある部分と、動きの無い部分の境界では注目画素と周辺の動きが異なってしまう。そこで原画像にフィルタによる処理を行い、エッジ付近での注目画素では周辺の動きに対する重みを減らすことで対処する。

こうすることで、画像内の動き抽出の信頼性が上がると考える。

† 武蔵工業大学, Musashi Institute of Technology

### 4.3 予測と各抽出法に対する、重みづけによるオプティカルフロー決定

オプティカルフロー抽出法にはそれぞれ特徴があり、入力画像状況に適さないと抽出誤差が大きくなってしまふ。

そこで本研究では、画素毎に複数のオプティカルフロー抽出法から得られたそれぞれのオプティカルフロー候補と、予測されたオプティカルフロー候補に重みづけを行い、各候補を統合し、その画素に対して最終的なオプティカルフローを決定する。

時系列画像の  $i$  番目の画像で、画素  $[x,y]$  において、複数の抽出法で抽出されたオプティカルフローと、予測によって求められたオプティカルフローを

$$\vec{v}_{i,1}^{x,y}, \vec{v}_{i,2}^{x,y}, \dots, \vec{v}_{i,n-1}^{x,y}, \vec{v}_{i,n}^{x,y}, \vec{v}_{i,pre}^{x,y}$$

とし、各抽出法に対する重みを

$$w_{i,1}^{x,y}, w_{i,2}^{x,y}, \dots, w_{i,n-1}^{x,y}, w_{i,n}^{x,y}, w_{i,pre}^{x,y}$$

とする。さらに重みの変化量を

$$\alpha_{i,1}^{x,y}, \alpha_{i,2}^{x,y}, \dots, \alpha_{i,n-1}^{x,y}, \alpha_{i,n}^{x,y}, \alpha_{i,pre}^{x,y}$$

として、最終的なオプティカルフローを、

$$\vec{V}_i^{x,y} = \vec{v}_{i,1}^{x,y} \cdot (w_{i,1}^{x,y} + \alpha_{i,1}^{x,y}) + \dots + \vec{v}_{i,n}^{x,y} \cdot (w_{i,n}^{x,y} + \alpha_{i,n}^{x,y}) + \vec{v}_{i,pre}^{x,y} \cdot (w_{i,pre}^{x,y} + \alpha_{i,pre}^{x,y})$$

と決定する。ここで、常に重みの和は 1、重みの変化量の和は 0 である。

入力画像に適さなく、抽出誤差の大きいオプティカルフロー抽出法には重みの値を低く、抽出誤差の小さい抽出法には重みの値を高く設定する。重みの変化量の設定は、各抽出法の特徴をふまえて、画像状況から判断させる。また予測の特徴も用いる。

また、画像枚数が増えていくに従って、予測が安定してくると考えられる。従って、予測で求められたオプティカルフロー候補に対する重みを増やし、過去の動きをふまえたオプティカルフローを抽出させることで抽出精度を向上させる。

## 5. 実験

### 5.1 理想的画像を用いた実験

提案手法の有効性を確認するために、理想的画像を用いて、各オプティカルフロー抽出法と、提案手法の誤差の比較を行った。理想オプティカルフローは図4に示す。オプティカルフロー抽出法は、「空間的大域最適化法」、「空間的局所最適化法」、「ブロックマッチング法」の3つの基本的な手法を用いた。階層画像の総階層数は4とした。初期の重みの大きさは各手法均等にし、重みの変化量  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_{pre}$  は、予備実験を行うことで求め、 $-0.003 \sim 0.003$  の間で画像状況、画像枚数により変化させた。



図3 原画像

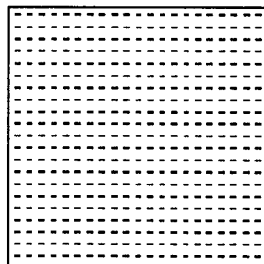


図4 理想オプティカルフロー

図5に、提案手法と、基本的なオプティカルフロー抽出法との比較を示す。x軸が画像枚数、y軸が誤差である。

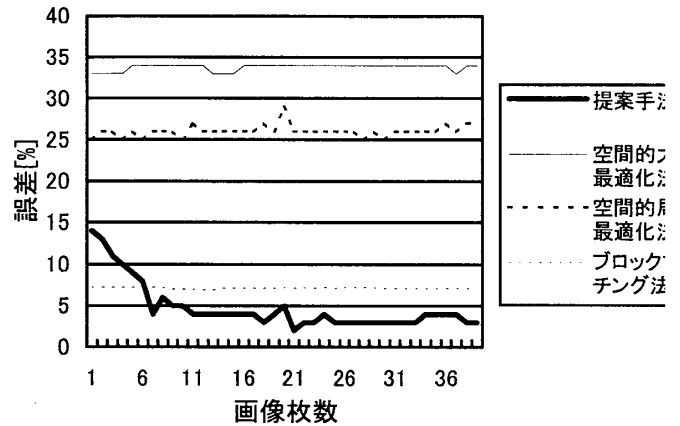


図5 理想的画像を用いた実験結果

理想的な画像を用いたため、精度の高いオプティカルフロー抽出が可能であり、予測も安定したため、提案手法では、他の抽出手法より抽出誤差を低くすることができたと考えられる。

### 5.2 実画像による実験

提案手法の有効性が確認できたので、ビデオカメラで取り込んだ実画像を用いて実験を行った。実験条件は画像枚数以外 5.1 と同じである。

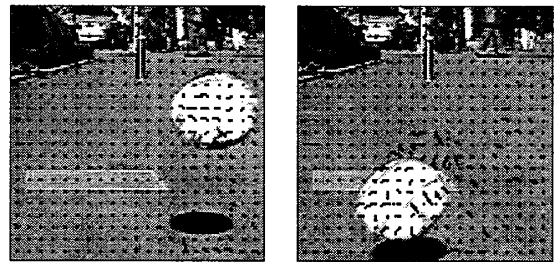


図6 実画像を用いた実験結果

予測を用いて過去の動きをふまえたオプティカルフロー抽出を行うことより、動きのある部分だけでなく、動きの無い部分に対しても、精度よくオプティカルフロー抽出ができた。

## 6. おわりに

本研究では、時系列の画像を用いて、予測を行い過去の動きをふまえることで、現在のオプティカルフローを精度良く求めることができた。また、背景画像との差分を用いないため、入力画像の制限を無くす事ができ、より実用性を高める事ができた。

今後、予備実験を行って、画像状況を考慮にいたれ、各抽出法に対する重みの変化量の再検討、入力画像の汎用性の検討など行っていく予定である。

## 7. 参考文献

[1] 平池, 宮内, 石川: 階層画像を用いた投票型オプティカルフロー抽出精度の向上, 情報処理学会第 59 回全国大会, 1999