

空撮画像モザイクのための動きベクトル推定法

植西 一馬†

岩切 宗利†

山本 紘太郎†

防衛大学校 情報工学科

1. はじめに

空撮動画のモザイクは、広い地域の視覚的な認識、判断に有用な技術である。モザイクの実現には、動画の各フレーム間で航空機の移動した量（動きベクトル）を正しく取得することが必要である。これを取得するため、複雑な計測機器を搭載した大型の無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle: UAV）が用いられている。しかし、撮影した画像のみから動きベクトルを得られれば、小型の無人航空機によってリアルタイムにモザイクができると考えられる。本報告では、モザイクを画像のみからリアルタイムに行うために、航空機の運動に着目した動きベクトルの検出手法を提案する。

2. 従来方式とその課題

モザイクのための動きベクトル検出法には、画像の特徴点を利用する方法 [1]、符号化された動画の動きベクトルを利用する方法 [2]、ブロックマッチング [3] を応用する方法などがある。これらのうち文献 [1]、[2] の方法は、一度記録した動画、あるいは符号化された動画を対象としている。そのため、計算量が多くリアルタイム処理には適さない。本研究では、できるだけ計算量を少なくし、リアルタイム処理を行うため、ブロックマッチングを用いた動きベクトル検出法を用いた。

ブロックマッチングを用いた動きベクトル検出では、まず前フレームの一部の領域をテンプレートとし、後フレームへのテンプレートマッチングを行う。このとき SAD (Sum of Absolute Difference) による類似度が最も高い領域への移動量をオプティカルフローとする。このブロックマッチング処理を画像の数箇所で行う。こうして得たオプティカルフローのヒストグラムを図 1 のように作成し、重心をそのフレームでの画像の動きベクトルとする。

しかしこの手法では、ブロックマッチングの探索範囲を超える動きベクトルを検出できない。また、探索範囲を広げると計算量が増大し、リアルタイム処理ができなくなる。つまり、リアルタイム処理のためには、探索範囲を広げずに処理を行う必要がある。

3. 動きベクトル推定法

探索範囲を広げずにブロックマッチングを行う手法として、動きベクトル推定法を提案する。

飛行体は、外力が加わらない限り慣性運動を行う。また、動画の各フレーム間での加速度は、慣性と比して小さいと考えられる。すなわち「現フレームの動きベクトルは、前フレームの動きベクトルに近い値を持つ」と仮定できる。そこで、テンプレートマッチングの探索範囲の中心を前フレームで取得した動きベクトル分移動さ

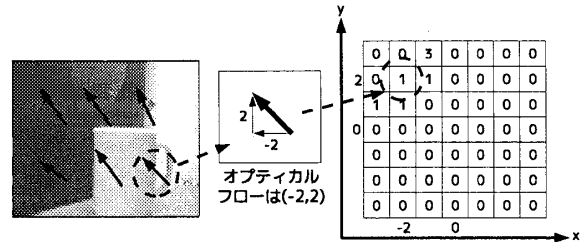


図 1 オプティカルフローとヒストグラム作成

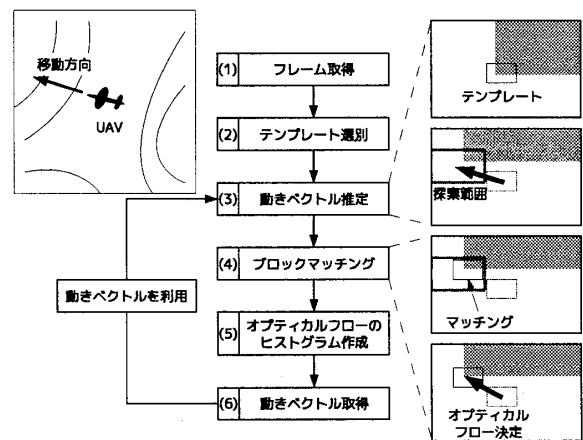


図 2 動きベクトル推定法

せてブロックマッチングを行えば、効率よくオプティカルフローを検出できる。

図 2 に示した提案方式の動きベクトル推定処理の流れは次のとおりである。

- (1) フレーム取得
新規フレームを読み込む。このとき、前フレームで得た動きベクトルを保持しておく。
- (2) テンプレート選別
前フレームの画像から輪郭線（エッジ）を抽出し、エッジの少ないテンプレートを破棄する。これによって処理量を減らすとともに、オプティカルフローの誤検出を抑制する。
- (3) 動きベクトル推定
前フレームで得た動きベクトルの大きさ分、テンプレートマッチングの探索範囲を移動する。
- (4) ブロックマッチング
探索範囲内で、(2) で選別したテンプレートとの類似度が最大になる箇所を捜し、オプティカルフローとする。
- (5) オプティカルフローのヒストグラム作成
各テンプレートで得られたオプティカルフローのヒストグラムを作成する（図 1 参照）。

Motion Vector Estimation for Images Connection Based on Inertia of UAV Movement.

† Kazuma Uenishi, Munetoshi Iwakiri, Kotaro Yamamoto, Dept. of Computer Science, National Defense Academy

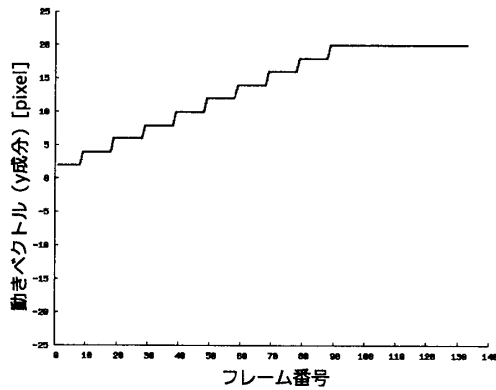


図3 実験データの動きベクトル変化

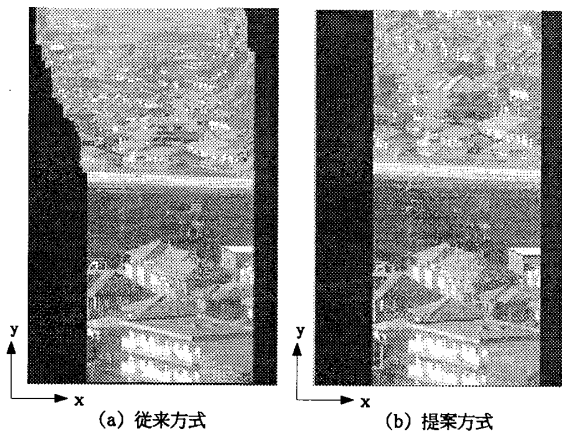


図4 実験結果

(6) 動きベクトル取得

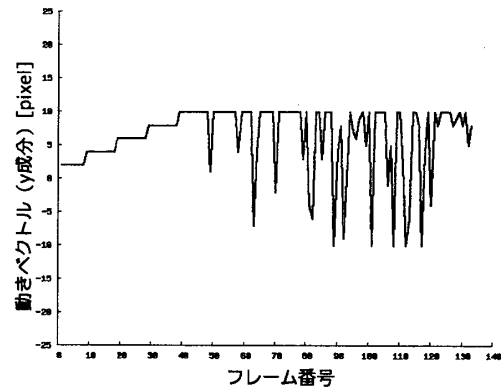
ヒストグラムの重心を動きベクトルとする。また、現フレームでの動きベクトルを保持し、次フレームでの動きベクトル推定に用いる。

4. 提案方式の評価

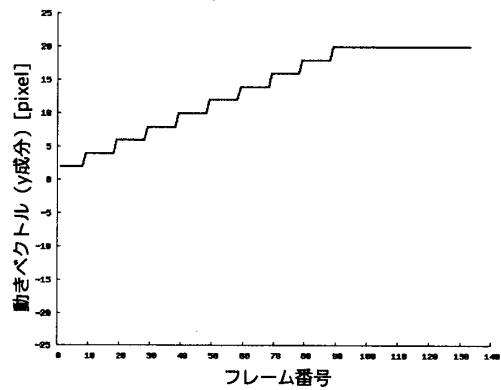
提案方式を評価するため、実験用動画像を用いたシミュレーション実験を行った。実験用画像は、1枚のJPEG画像から一部の領域を、縦方向に図3の動きベクトル変化をするように切り出し、動画像としたものである。すなわち、実験用動画像には、フレーム間のノイズは存在しない。動画像の解像度は 320×240 [pixel]、フレーム数は134である。

この実験用動画像に対し、テンプレートマッチングの探索範囲を上下左右各10[pixel]として、従来方式と提案方式でモザイク処理を行った。その結果、図4のモザイク結果と図5の動きベクトル変化を得た。実験用動画像が縦方向のみの移動だったことと図4の結果を比べると、従来方式ではうまくモザイクできなかったものが、提案方式では正しくできていることがわかる。

図5(a)からは、従来方式では、動きベクトルがテンプレートマッチングの探索範囲(10[pixel])を超えたところで正しい動きベクトルが検出できなくなっていることがわかる。これは、探索範囲内でSADが最小になる領域を強制的に決定したためである。それに対し、図5(b)では、探索範囲を超えた動きベクトルも正しく検出でき



(a) 従来方式



(b) 提案方式

図5 実験結果の動きベクトル変化

ている。これは、テンプレートマッチングによって得られるオプティカルフローが、従来方式ではフレーム間の移動量であるのに対し、提案方式ではフレーム間の加速度であることによる。すなわち提案方式は、モザイクングの対象動画像が慣性運動を行う物体から撮影されたものであれば効果的であることを示している。

5. おわりに

本報告では、飛翔体の運動特性(慣性運動)に注目した動きベクトル推定法を提案した。過去の動きベクトルを利用することで、従来方式より効率的にオプティカルフローを取得でき、動きベクトルが正しく取得できることがわかった。また、前処理として、エッジ検出を用いたテンプレート選別を行うことにより処理の高速化と高精度化を図ることができた。今後の課題として、検出精度の向上、実入力画像で生じるノイズへの対策、平行移動以外の運動への対応等がある。

参考文献

- [1] 森明慧, 内田誠一: Multi-histogram 法による画像のモザイクング, MIRU2005, pp.289-296(2005).
- [2] 清水智行, 米山暁夫, 滝嶋康弘: グローバル動きを用いた高速動画像モザイクング手法, FIT2005, J-073(1998).
- [3] デジタル画像処理編集委員会: デジタル画像処理(2006).