

ヘリコプター画像を利用した広域河川表面流の画像計測システム

神戸大学大学院自然科学研究科 学生員 日野 友尋
神戸大学都市安全研究センター 正会員 藤田 一郎

1 はじめに 河川表面流の画像計測手法には航空写真を用いた方法や河岸等からのビデオ画像を利用する方法がある。前者には空間解像度は高いが瞬間値しか得られない、後者には長時間計測は可能だが撮影範囲が限定されるという長所・短所がある。両者の特徴を活かした方法としてヘリコプターから撮影されたビデオ画像を用いて表面流速分布を得ようとしたのが本システムである。それは、ホバリングをしながら河道に沿ってゆっくり移動することにより、河川流の全体像をある程度時間平均しながら把握できるようになるからである。本研究ではヘリ画像に特徴的な見かけの地形の移動量を二次元的に相殺できるアルゴリズムを導入し、河川表面流の流速ベクトルのみを対象とした PIV 計測を可能とする計測システムの開発を行った。

2 画像計測の概念 一般にヘリコプターから撮影された画像はカメラの位置が絶えず移動するため、背景に大きなブレが含まれてくる。このブレをうまく除去できれば、洪水時の河川表面に現れる濃度変化や波紋、泡、ごみ、あるいは流木等の移動ベクトルを追跡することによって、表面流速分布が求められるはずである。このブレを除去するために工夫した手順を示す。

- (1) 連続する2画像から地形部分の見かけの移動ベクトルを求める。この地形移動ベクトルは適当なサイズのテンプレートを用いた PIV によって求める。
- (2) 2画像の座標間には以下に示す二次射影変換(透視変換)が成立すると仮定する。

$$X = \frac{b_1x + b_2y + b_3}{b_4x + b_5y + 1}, \quad Y = \frac{b_6x + b_7y + b_8}{b_4x + b_5y + 1} \quad (1)$$

ここに(X, Y)は第1画像上の CRT 座標、(x, y)は第2画像上の CRT 座標で、8つの係数は4点以上の地形移動ベクトルから最小自乗法によって求める。

- (3) 両画像に共通する河川表面上の領域に対して PIV を適用し、見かけの表面流速ベクトルを算出する。
- (4) (3)における各流速ベクトル算出点での見かけの地形移動ベクトルを式(1)から計算し、それを見かけの表面流速ベクトルから差し引いて、真の流速ベクトルを求める。

3 アプリケーションの機能 本研究では画像計測システムとして効率的なユーザインターフェイスを実現するために、オブジェクトパスカル言語をベースとした Delphi4.0 を用いてウィンドウズアプリケーションを作成した。このアプリケーションでは (a)連続する2枚のビットマップ画像の表示 (b)マウスを用いた地形移動ベクトルの算出と相互相関係数の値に基づくデータの判定(係数が 0.85 以上の対応点を採用) (c)河岸線の記入 (d)測線上あるいは任意点における表面流速の計測とそのベクトル表示(e)2枚以上の連続画像からもとめた表面流速ベクトルと河岸線の合成等が行えるようにした。

4 二次射影変換の精度 本システムの計測精度は式(1)で示される二次射影変換式の精度に依存する。変換係数は最小自乗法で求めているため、地形移動ベクトルのとり方によっては誤差が増大する可能性がある。そこで、標定点のとり方による精度の検証を行った結果、誤差を1画素以下にするためには計測領域を包み込むように、8点以上の地形移動ベクトルを求めておく必要があることがわかった。¹⁾

5 適用例 本研究では、実際の洪水時に撮影されたヘリコプター画像を得ることができなかつたため、豊橋技術科学大学の中村研究室で製作された愛知県乙川数キロ区間の河川模型を利用させて頂いた。この模型では河川周辺の詳細な地形状況が再現されている。流れの表面流を白色染料で可視化しながら通水した状況を、デジタルビデオカメラを手で保持した状態で河道に沿ってゆっくりと移動させながら撮影が行われた。ここで得られたビデオはヘリコプターからの画像を模擬したものと見なせる。得られたビデオ画像はパソコンの画像キャプチャボードを用いて一連のビットマップ画像に変換し、今回開発したアプリケーションで利用した。アプリケーションの画像と結果の一例を図 1に示す。左が第1画像、右が第2画像で第1画像上に示された大きな白枠が PIV に用いたテンプレート、小さな白枠が河川に沿った点である。こ

キーワード : PIV 画像計測システム ヘリコプター画像 デジタル画像 洪水流 河川表面計測
〒657 8501 神戸市灘区六甲台町1 1 TEL 078 803 6439 FAX 078 803 6394

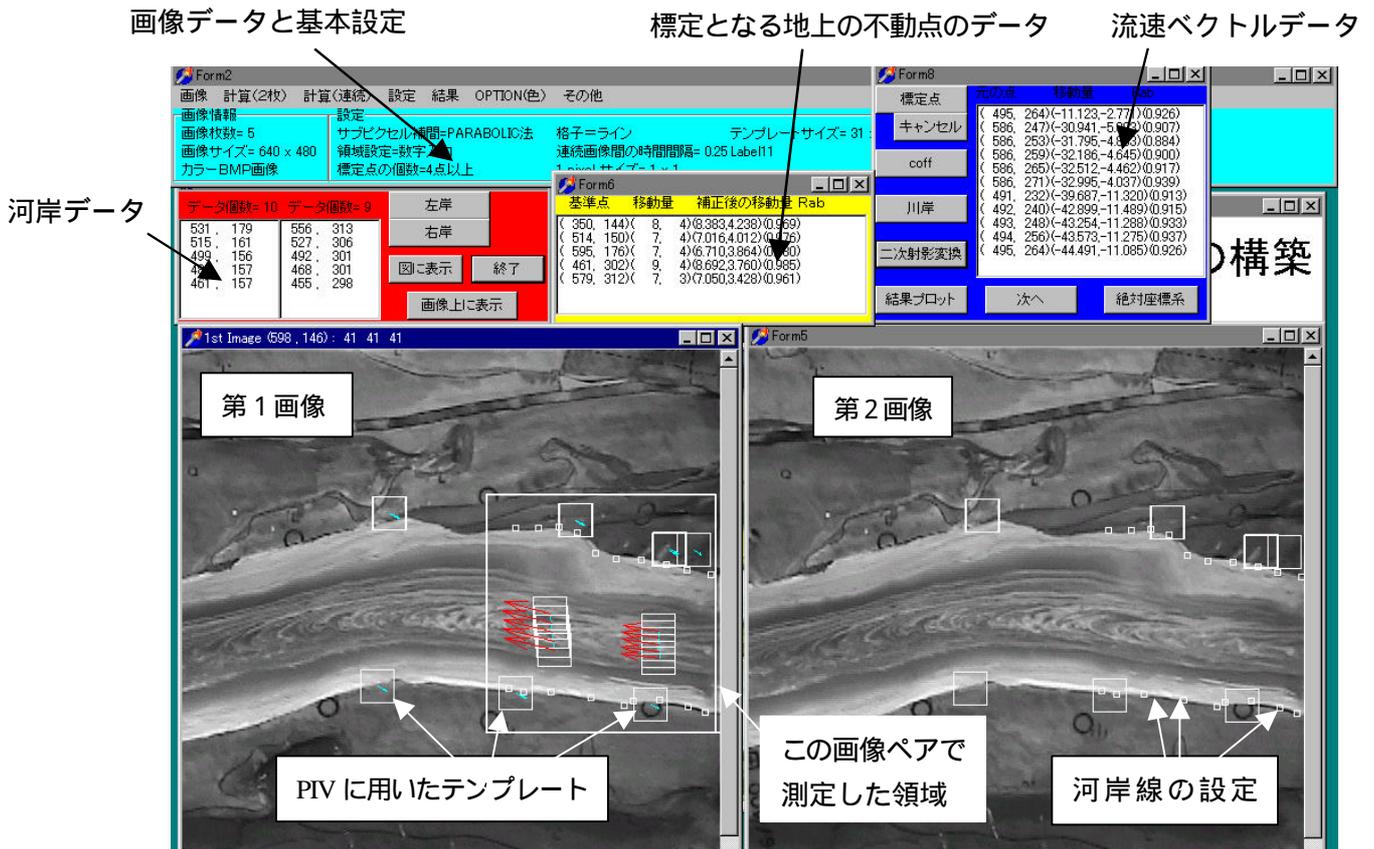


図-1 アプリケーション画面の一例

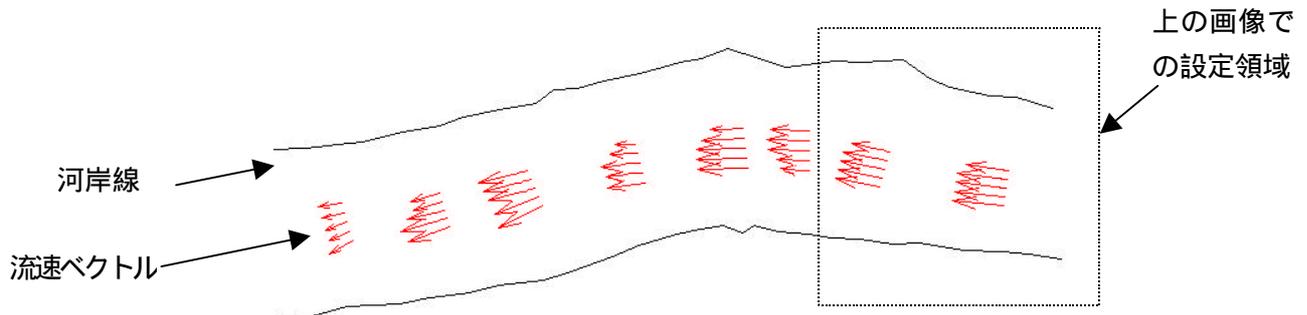


図-2 合成した表面流速と河岸線の表示

ここではこの2画像を用いて流速ベクトルを求めた直後の画面表示が示されている。同様の操作は第2 第3画像等に対しても順次繰り返し行った。流速ベクトルと河岸線全てを第1画像のCRT座標を絶対座標として表示した結果を図2に示す。地形移動ベクトルが除去されて、河道に沿った流速ベクトルが良好に得られているのがわかる。この操作をさらに継続すれば広域における河川流の全体像が把握可能となる。

6 結論 本研究で開発したアプリケーションでは、背景にブレのある洪水流の画像を用いて表面流速ベクトルの解析や合成および表示ができるようになった。また、そのユーザインターフェイスの良さと作業の統一化により、処理時間の短縮等の作業効率を向上させることができた。

7 おわりに ヘリコプターからの撮影画像についてはこの画像計測手法を用いることにより、「俯角の制限がない」、「撮影場所に制限がない」といえることが言え、画像精度向上、PIVの適用範囲を広げる等のより大きな利点が見られる。今後は実際のヘリコプター画像を利用して本PIVシステムの有用性を検証していく必要がある。最後に河川模型の利用とビデオ撮影を快く引き受けて頂いた豊橋技術科学大学の中村研究室に謝意を表す。

参考文献 1) 藤田一郎・中村俊六・日野友尋：ヘリコプターからの撮影画像に対応したPIVシステムの構築，関西支部研究発表会（投稿中），2000．