

ビデオ画像相関解析の精度に関する検討

岐阜大学工学部	正員	藤田 一郎
大阪工業大学工学部	正員	綾 史郎
大阪大学工学部	正員	石井 義裕
岐阜大学大学院	学生員	石川 貴大

1. はじめに

従来の流量観測は、流速計を用いた低水観測と浮子を用いた観測とに大別されており、観測作業は主に人力で行われているのが現状である。近年では、流量計測の精度向上と省力化のために様々な方法が開発されてきているが本研究では、ビデオ撮影した河川表面の表面浮遊物(濃淡、流木、ごみ、泡)の分布パターンを自動追跡することによって表面流速を得る画像相関法について検討を行っている¹⁾²⁾³⁾。この方法は、ビデオカメラで河岸から斜めに撮影した画像を鉛直上方からの画像に変換し、相関法によって表面流速を求めることにより流量を推定するというものであるが、これまでの方法では、①ビデオ画像の画像変換にかなりの時間を要する、②画像変換にともなうノイズが生じる、③部分的な画像しか処理できない、などの問題点があった。そこで本研究では、画像計測手法の高精度化を図り、実用的なシステムの確立をめざすと同時にフィールドキャリブレーションによって精度の検証を試みた。

2. 画像変換方法の改良

一般的に物理座標(X, Y)とCRT上の座標(x, y)の関係式は、次式に示す二次射影変換で与えられる。

$$X = \frac{ax + by + c}{gx + hy + 1} \quad Y = \frac{dx + ey + f}{gx + hy + 1} \quad (1)$$

ここに $a \sim f$ は変換係数で、少なくとも4つの標識点(目印)の位置が両座標系で既知ならば確定できるが、計測誤差の影響を軽減するために6~8点程度の標識点の値を用い、最小自乗法にて変換係数を決定する。従来の方法では上式を用いてCRT上の全ての座標を物理座標に変換した後、補間処理を行っていたが、(1)全てのデータを1度テキストデータに直すため時間がかかる、(2)一番手前の方の画像幅に合わせた長方形領域しか解析対象とされないなどの問題があった。そこで本手法では(2)式に示す逆変換式を用いて、物理平面上の任意のメッシュに対応するCRT座標値を直接求めることで処理を高速化し、任意の解析領域を指定可能とすることで無駄を省いた。そして、ある点の画像変換後の画像上の濃度分布をその点の原画像上における濃度分布から補間処理によって求めていき、これを繰り返すことにより画像変換を行った。

$$x = \frac{(hf-e)X + (b-ch)Y + eh-bf}{(ge-hd)X + (ah-bg)Y + bd-ae}$$

$$y = \frac{(d-gf)X + (cg-a)Y + af-cd}{(ge-hd)X + (ah-bg)Y + bd-ae} \quad (2)$$

3. 画質改善処理

従来の方法では画像変換に伴って、わずかではあるが画像にノイズが発生しており、相関法の計算に異常をきたす恐れがあった。本研究ではこの問題を解決するため画像変換後の画像データに対して画質改善処理として平滑化処理を行うことによってノイズ除去を行った。

4. ビデオ画像解析システム

ビデオ画像はパーソナルコンピュータに装着した画像処理ボード(DIRECT製)を通して 512×512 画素のモノクロ濃淡画像データ(8ビット、256階調)に量子化し、次に、フレーム画像をフィールド画像に分離して解像度を高め、ノイズの除去を行った後、相関法の計算を行う。その後横断測量線上の流速分布を求める。

5. 結果および考察

実河川への適用例として淀川出水の解析結果を示す。この日の出水では水面に流木等が浮遊するなど水面波紋以外のトレーサが観測されている。用いた画像の撮影は、1993年7月5日に大阪工業大学屋上から行われたものである。この地点での水路幅は約200mであり、画像間隔は $\Delta t = 0.66$ (s)とした。原画像を図-1に、地図上の解析領域を図-2に示す。画像サイズは 351×838 、1画素 $= 0.4 \times 0.4$ (m)とした。図-3に画像変換後の画像例を示す。解析結果例として図-4に画質改善を行った場合の流速ベクトル図を示す。なお、解析には連続48画像(約30秒間)による結果の平均値を用いた。

ビデオカメラ撮影時(1994.7.5.13:30~14:00)の枚方のQ-H曲線から予想される流量と、図-5に示すような横断測量線上で得られた流速成分に $1/7$ 乗則を適用して求めた流量を表-1に示す。これより、画質改善処理の有効性は顕著であり、ややQ-H曲線から得られた流量よりは小さいものの、この流量がいわゆる浮子によって求められていることを考えると、十分実用に耐え得るものと考えられる。

6. フィールドキャリブレーション

相関法で得られている表面流速分布の精度を調べるために電磁流速計をとりつけたモーターボートを縦断方向に往復させ、その航行状況を同時刻に両岸から撮影したビデオ画像を解析した。図-6に船の平均速度が約 $V = 2.0 \text{ (m/s)}$ の場合の比較図を示す。画像解析結果は多少過小評価気味ではあるが横断方向の位置にかかわらずほぼ同精度で得られていることがわかる。両岸からの測定誤差に関しては、各々の画像からほぼ同じ値が得られていることから、本計測においては斜め撮影による対岸側の情報の欠落はそれほどでもなかったものと思われる。

7. おわりに

画質改善等により流量推定精度を高められることが明らかとなり、また流速ベクトル精度をフィールドキャリブレーションによって検証することができた。今後は計測例を増やし、本手法の適用限界等に関して検討を行う必要があると思われる。

- 1) 藤田一郎、綾史郎、河村三郎：ビデオ画像を利用した洪水流量の新計測法，年次学術講演会講演概要集，No. 49，pp. 382～383，1994. 9.
- 2) 藤田一郎、河村三郎：ビデオ画像解析による河川表面流計測の試み，水工学論文集，No. 38，pp. 733～738，1994. 2.
- 3) 綾史郎、藤田一郎、柳生光彦，画像解析を用いた河川の洪水時の流れの観測，水工学論文集，No. 39，pp. 447～452，1995. 2.

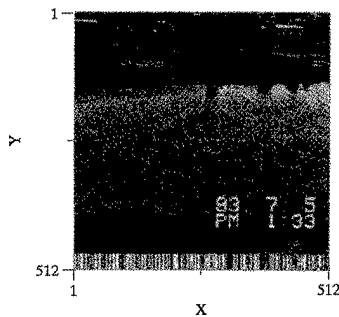


図-1

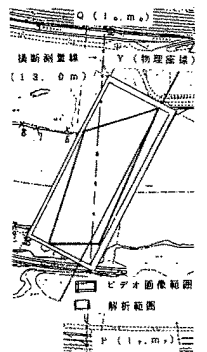


図-2

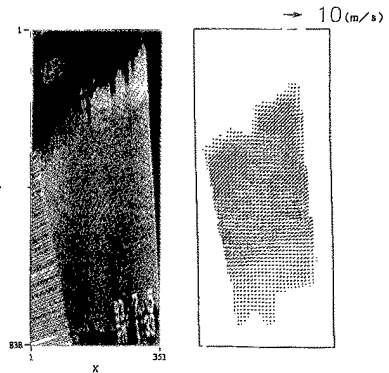


図-3

図-4

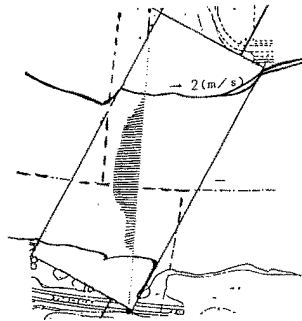
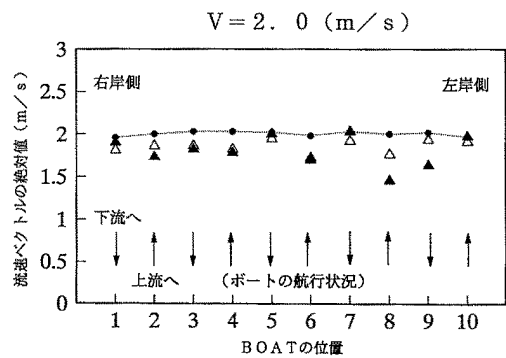


図-5

表-1

画像サイズ	平滑化	流量
351×838	1回	3246.01(m³/s)
351×838	無し	2267.95(m³/s)
Q-日曲線から求めた流量		約3500(m³/s)



相関法による流速値 (大阪工大側から) 相関法による流速値 (豊里岡地側から) 電磁流速計による値

図-6