

神戸大学大学院自然科学研究科 学生員 ○椿 涼太
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

著者らは、トレーサーを散布しながら、あるいは波紋などによる濃度分布を利用してビデオ画像を計測機器とみたと、河川表面流を計測する手法 LSPIV (Large-Scale Particle Image Velocimetry) を開発してきており¹⁾、現地河川流計測への適用を試みてきた²⁾。また、他手法との精度比較によってその有用性も検証してきている³⁾。LSPIVの扱いにおいて最も注意を要するのが画像を取り扱う際に生じる計測誤差である。一般的なメカニカルな流速計では計測メカニズム自体に内在する誤差が計測誤差となる。これに対する LSPIV の誤差には PIV 解析に際して発生するパターンマッチング操作に伴う誤差、例えばテンプレート内のパターンの大きな変形に伴う誤差やサブピクセル補間に伴う誤差などが挙げられる。LSPIV ではこの PIV 誤差に加えて、前処理として斜め画像の幾何補正を行う際の誤差が考えられるが、場合によっては PIV 誤差よりもこの変換誤差の方が計測値に大きな影響を及ぼす可能性がある。このような画像変換誤差の要因には、幾何補正に用いる標定点の配置法、あるいはレンズの歪みが考えられる。そこで本研究では、まず、実質上レンズの歪などの影響が無視できる CG (Computer Graphics) 画像上で、様々な標定点配置の状況を再現し、その

最適配置に関する検討を行った。

2. 座標変換誤差

幾何変換係数を決定するためには、実空間座標が既知であり撮影画像上でもその場所が明確である点を標定点として利用する必要がある。標定点の配置法は大きく二つにわけられる。標定点を対象平面内に配置する場合(二次元変換、式(1))と、対象平面とは無関係にとる場合(三次元変換、式(2))である。後者は河川周辺の構造物などを標定点とする方法であり、水面と標定点との関係、つまり水位を与える必要がある。

$$\begin{aligned} x &= \frac{A_1X + A_2Y + A_3}{C_1X + C_2Y + 1} \\ y &= \frac{B_1X + B_2Y + B_3}{C_1X + C_2Y + 1} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{A_1X + A_2Y + A_3Z + A_4}{C_1X + C_2Y + C_3Z + 1} \\ y &= \frac{B_1X + B_2Y + B_3Z + B_4}{C_1X + C_2Y + C_3Z + 1} \end{aligned} \quad (2)$$

図-1 に実際の河川河岸に配置された標定点(白黒のパネル)の状況、図-2 にそれらの座標を用いて得られた幾何補正画像を示す。この状況を模擬した CG

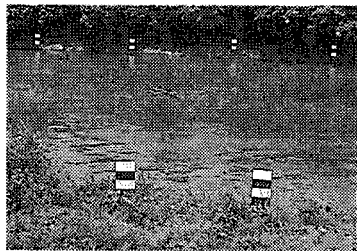


図-1 撮影画像

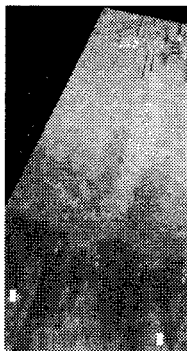


図-2 変換後画像

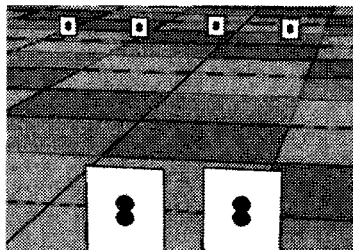


図-3 CG 画像

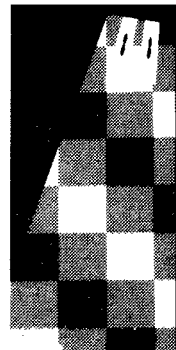


図-4 変換後画像

画像が図-3 および図-4 である。水面に相当する面には既知サイズの正方メッシュ(10m 四方)が描かれているため、変換が正確に行われているかどうかを容易に検査することができる。そこで、このような CG 画像を利用して様々な標定点の配置法とそれに伴う誤差を調べた。誤差は変換後の画像上でタイル模様の頂点の座標値を読み取ることで調べた。配置法としては図-5 から図-11 に示すような7通りの配置を対象とした。各配置に対する変換誤差を表1にまとめた。表における(－)は誤差計測が不能なケース(画像の歪みが大きすぎたため)を示す。大きな誤差が含まれた場合の変換画像の例を図-13 に示す。

表1より理想的なCG画像を用いても標定点の配置によっては大きな誤差が生じることがわかる。誤差の傾向などからみて、標定点の配置の際には、以下のような点に注意する必要があることが認められた。

- I. 標定点は立体的に配置する必要がある。
 - II. 標定点を過剰に配置しても精度は上がらない。
 - III. 標定点の高低差は大きいほうがよい。
- 以上の点を踏まえると最適な配置法としては、図-12 のように平面方向と鉛直方向に立体的に配置するのが良いと思われる、ここに提案する。

3. おわりに

本研究では、レンズの歪みを考慮しない場での変換誤差を議論した。しかし、標定点を写し込む画像

表 1 変換誤差

	座標値のズレ (m)	スケール誤差 (パーセント)
平面配置	6	3
奥立体全点	－	－
奥立体6点	4	1
手前立体全点	－	－
手前立体6点	4	1
立方配置6点	2	0
立方配置全点	8	3

の周辺部ではレンズの歪みが大きい場合がある。今後は、レンズの歪みを効果的に取り除くための校正法の開発が必要と思われる。

参考文献

- 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，第38巻，pp. 733-738，1994。
- 藤田一郎・中島丈春：実河川流計測におけるLSPIVの汎用化と水制間流れへの適用，水工学論文集，第44巻，pp.443-448，2000。
- 建設省土木研究所他：共同研究「非接触型流速計測法の開発」平成11年度共同研究報告書，2000。



図-13 変換失敗例

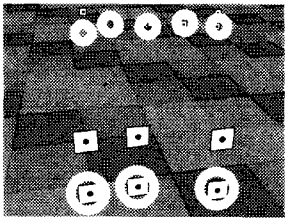


図 5 平面配置

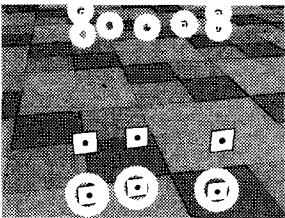


図 6 奥立体全点

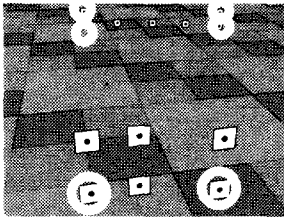


図 7 奥立体 6 点

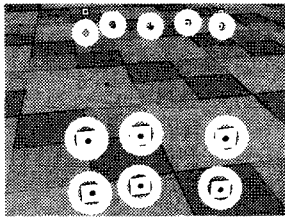


図 8 手前立体全点

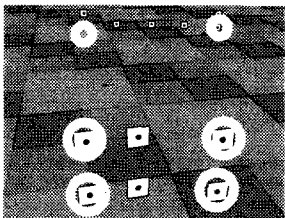


図 9 手前立体 6 点

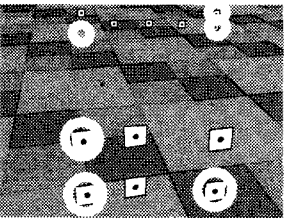


図 10 立体 6 点

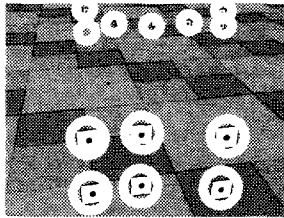


図 11 立体全点

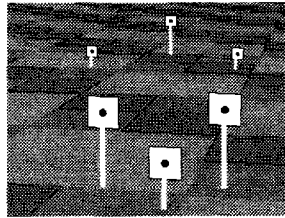


図 12 理想的な配置法