

PSN-6 ビデオとパソコンによる移動物体 速度解析の可能性

アジア航測株式会社 成ヶ澤 憲太郎（正会員）
五味 謙隆
小宮 穣（正会員）
建設省岩手工事事務所 中村 巖

1. はじめに

簡便、迅速、動画。ビデオという画像メディアが一般化し、画質や操作性等の技術の進歩も著しい現在、ビデオが持つこれらのメリットを計測技術に生かすことは時代の流れにおいて必然であるといえる。また、周辺技術の進歩により、ビデオ映像のパーソナルコンピュータへの取り込み、A/D変換、画像処理等も容易に行える環境になってきている。これらの有効な手段を基に、ビデオ映像を原データとして、映像内を移動する物体の移動速度を迅速にかつ低コストに計測するプロトタイプを紹介する。

2. 計測の原理

ビデオカメラによって撮影されるビデオ映像はレンズの中心を投影中心とする中心投影像である。このことは、像の幾何学的性質としては航空写真と同様であり、写真測量の原理を用いて画面計測を行うことが原理的に可能であることを示している。

本プロトタイプでは撮影は固定した単カメラによって行い、カメラと移動物体との位置関係を決定する為に基準点を撮影して以下に示す単写真標定を行う。

〔単写真標定〕 1)

投影中心（レンズの中心）と写真像および地上の対象物は一直線上にある（図-1）。このことを示す共線条件式に写真座標（ x, y ）と標高 Z を与えて、地上座標（ X, Y ）を求める式に書き直すことができる。

$$X = (Z - Z_0) \frac{a_{11}x + a_{21}y - a_{31}c}{a_{13}x + a_{23}y - a_{33}c} + X_0$$

$$Y = (Z - Z_0) \frac{a_{12}x + a_{22}y - a_{32}c}{a_{13}x + a_{23}y - a_{33}c} + Y_0$$

(1)

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos\psi \cos\kappa \\ a_{12} &= -\cos\psi \sin\kappa \\ a_{13} &= \sin\psi \\ a_{21} &= \cos\omega \sin\kappa + \sin\omega \sin\psi \cos\kappa \\ a_{22} &= \cos\omega \cos\kappa - \sin\omega \sin\psi \sin\kappa \\ a_{23} &= -\sin\omega \cos\psi \\ a_{31} &= \sin\omega \sin\kappa - \cos\omega \sin\psi \cos\kappa \\ a_{32} &= \sin\omega \cos\kappa + \cos\omega \sin\psi \sin\kappa \\ a_{33} &= \cos\omega \cos\psi \end{aligned}$$

（ X, Y, Z ） ; 対象物Pの地上座標
（ X_0, Y_0, Z_0 ） ; 投影中心の地上座標
 c ; 画面距離
（ x, y ） ; 対応する写真像の写真座標
 a_{ij} ; 回転行列の要素

この式に含まれる6つの未知数（ $X_0, Y_0, Z_0, \kappa, \psi, \omega$ ）を求めるには、3点以上の基準点の地上座標（ X, Y, Z ）及び対応する写真座標（ x, y ）そして画面距離 c を与えることにより求められる。単写真標定の場合、物体は同一平面上を移動するものでなければならない。

画面の座標を計測する方法は、本プロトタイプでは移動物体を撮影したビデオ映像をパソコンのモニターにカーソルと共にスーパーインポーズし、カーソルによってモニター画面上で計測を行う方法を用いている。カーソルによって計測された画面座標は、式（1）によって地上座標に変換される。ビデオを再生しながら2点間の移動速度を求める場合は、2点の地上座標より移動距離を求めるとともにパソコンのクロックを利用して2点を入力したときの移動時間を求めることにより計算される。

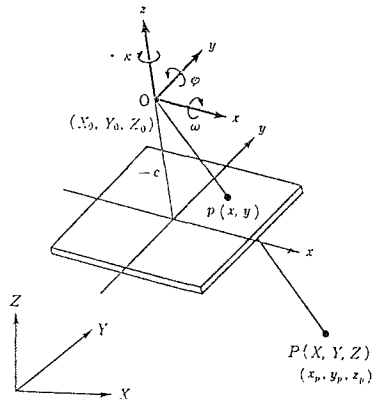


図-1 単写真の幾何学

3. プロトタイプの構成

プロトタイプの構成を図-2に示す。パーソナルコンピュータはシャープX68000を用いている。本機を選んだ理由は①鮮明なスーパーインポーズ機能が標準で装備されている②ビデオ映像取り込み時にフルカラーでの画面分解能が高い（512×512ドット）③ビデオ映像のA/D変換装置など画像処理用の周辺機器が用意されている、等である。主な仕様について表-1に示す。

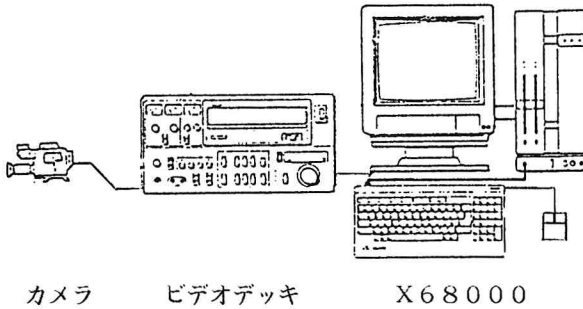


図-2 プロトタイプの構成

表-1 X68000の仕様

メインCPU	内部32ビット 外部16ビット
RAM	メインメモリ1MB
VRAM	テキスト用 512KB Graphic用 512KB Sprite用 32KB
スタティックRAM	16KB

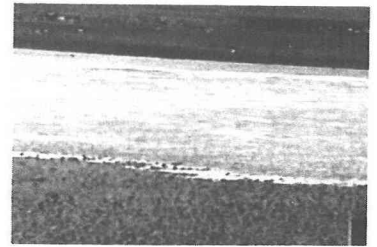


図-3 河川における渦のパターン

4. 測定例について

a. 河川流況観測への応用 2)
河川の表面を流下する渦のパターンは、実際の河川の流下速度と良い相関が得られている。そこで河川をビデオカメラにより撮影し、本プロトタイプによって渦の流下速度を求めることにより、迅速に河川の流速を測定することができる（図-3）。ビデオ撮影のため、渦のパターンが確認できれば河川上で流速を測定する位置も任意である。また渦の地上座標が得られることによりベクトル図や流跡図への展開も容易である。（図-5）

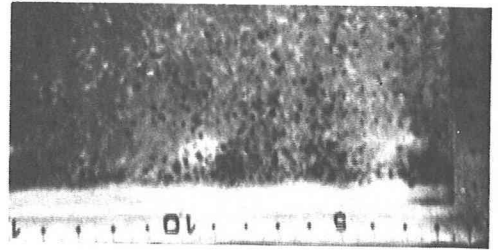


図-4 水路内の粒子

b. 水路モデル内の粒子の追跡
ビデオ映像は動画である為、高速で移動する物体も1/60秒毎に静止画像が得られている。よって通常肉眼で追跡することができない高速で移動する物体も、ビデオ映像をコマ送りすることにより追跡することが可能である。図-4は水路内を流下する粒子の映像である。コマ送りによる計測の為、多少時間が掛かるものの、コマごとの時間間隔は1/60秒で一定であり、精度としては十分であった（図-6）。

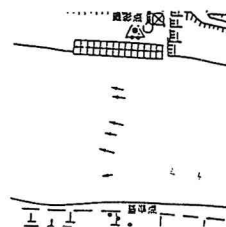


図-5

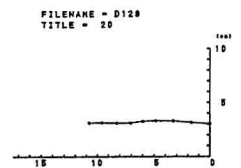


図-6

5. おわりに

本プロトタイプは画面上での計測のため、モニターの歪みや画面の分解能等、誤差に関わる要因はあるものの、計測は迅速であり、出力データも容易に処理できる。A/D変換装置等の周辺機器により、映像をA/D変換すれば、画像データとして再現性が向上し、画像処理も行える。計測後の出力データについても、数値のみのデータだけでなく、よりビジュアルなデータへの展開が期待できる。

参考文献

- 1) 解析写真測量 改訂版 社団法人 日本写真測量学会
- 2) 熱映像による河川表面流速測定手法の研究 成ヶ沢、五味、小宮、藤澤、中村、工藤
土木学会 第43回 IV-219