

デジタルカメラとMATLAB言語による三次元計測

長崎大学工学部 正 後藤恵之輔

長崎大学工学部 正 全 炳 徳

長崎大学工学部 学 ○坪 内 秀 平

1. はじめに

本研究は、最近のデジタル化の普及にともない、デジタルカメラによる三次元計測を目的としている。まず理論を検討し、室内実験（デジタルカメラによる撮影）を行った。これらの実験結果から、C言語とMATLAB言語による開発プログラムの、実用可能性を検討した。また、写真測量分野におけるMATLAB言語の利用とその特徴を調べた。

2. 立体写真の理論¹⁾

立体写真とは、同じ対象物を異なる位置から平衡な光軸で撮影した1組の写真の対を言う。立体写真測量を行うには、写真標定の問題がある。写真標定には、内部標定と外部標定がある。内部標定とは、画面距離と主点（中心）の位置を求めるものであり、外部標定とは、基準点の地上座標と、対応する写真座標上の像の表面座標とから、撮影時のカメラの位置と傾きなどを求めることである。外部標定には、相互標定がある。

写真の相互標定が完了すると、2枚以上の対応する写真の像と投影中心を結ぶ光束は、実空間においてことごとく交差し、立体像が得られる。この立体像は、写真測量ではモデルとよばれる。

本研究では、図-1に示すように、モデル座標系を左のカメラ座標系にとり、左のカメラを固定する方法を使った。この場合、標定要素は右側のカメラの投影中心（ B_x, B_y, B_z ）およびカメラの傾き κ, ψ, ω となる。 B_x を単位長さにして、 $b_y = B_y/B_x, b_z = B_z/B_x$ の変量をとれば、これに傾きの3つの変量を加えて、5つの独立な変量が得られる。

本研究では、以上にのべたようなモデル座標系および標定要素を選び、つぎのような共面条件式によるプログラム作成を行った。以上の式で（ X_1, Y_1, Z_1 ）および（ X_2, Y_2, Z_2 ）は、それぞれ（ X, Y, Z ）系に平行な左右のカメラ座標系である。また（ x_1, y_1 ）、（ x_2, y_2 ）はそれぞれの写真座標系で、 $R\omega R\psi R\kappa$ は回転行列、 c は集点距離を示す。

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -c \end{pmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

$$\begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} = R\omega R\psi R\kappa \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -c \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix} \dots\dots\dots (2)$$

標定要素はまずその近似値を求め、その補正量を共面条件式の最小二乗法にあてはめることにより、解を得ることができる。

つぎに、相互標定後のモデルを絶対標定によって実際の地上座標に変換しなければならない。基地量としてのモデル座標を（ X, Y, Z ）、測地座標を（ E, N, H ）、また未知量としてのモデル縮尺係数を S 、 $X \cdot Y \cdot Z$ の3つの軸まわりのモデルの回転角を（ κ, ψ, ω ）、モデル座標原点の平行移動量を（ X_0, Y_0, Z_0 ）とすると、つぎのような座標の変換式が成り立つ。

$$\begin{pmatrix} E \\ N \\ H \end{pmatrix} = S \begin{pmatrix} R\omega R\psi R\kappa \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} \dots\dots\dots (3)$$

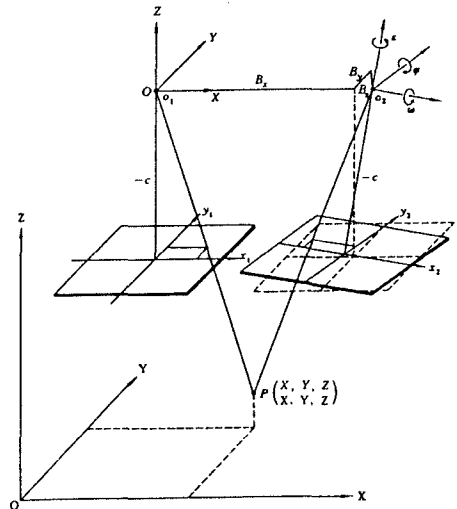


図-1 左側を固定する方法

デジタルカメラによる三次元計測のためのプログラムは、全体的に3グループに分けられる。1番目は画像処理プログラム、二番目は行列関係プログラム、三番目は写真測量の本プログラムである。C言語の場合は、それぞれのプログラムを必要とするが、MATLABでは画像処理及び行列計算の機能を備えているため、写真測量プログラムのみを作ればよい。そのため、C言語にくらべMATLABでは、プログラムが非常に簡略化できる。実際、本研究によれば、C言語のプログラムは30枚程度だが、MATLABによるプログラムは3枚程度にまとめることができた。

図一2 撮影ポイント

—849—