

CCDカメラを利用したリモートセンシング

—野外画像データの抽出と標定—

筑波大学学術情報処理センター	正 員 星 仰
日本大学理工学部 土木工学科	正 員 鈴木 芳郎
日本大学理工学部 土木工学科	学生員 ○向井 昭人
日本大学理工学部 土木工学科	学生員 広田 敬二

1. はじめに

CCDカメラ (Charge Coupled Device Camera) を用いて野外の物体をステレオ・マッチング法によって三次元計測し、そのデータ画像を直接無線伝送によって大型コンピュータでリアルタイムの処理をするとゆう小規模のリモートセンシングを実施できるようにシステム構築をしている。本研究ではステレオ画像データの抽出部分に主力をおき、現地での画像抽出位置の選定、撮影点および標定点の配置、撮影法の決定等について論述する。そして1対のステレオ画像をモデルとして、単写真標定理論による画像の標定を行なったので、その結果について報告する。

2. 画像抽出位置の選定

野外の画像を抽出するための位置選定は以後の画像処理全体の良否を左右するので特に下記の2点二つについて考慮した。まず第1には遠近の物体が混入すると死角部分が多くなるので計測対象物とカメラとの距離Sがなるべく一定になるようにする。第2としてステレオ画像のオーバーラップ率(P)は、航空写真の場合 $P=60\%$ であるから、ここでは $60\% \leq P \leq 100\%$ を目標とする。以上のことより、上下左右の長さがほぼ同じ位である一軒の建物を対象物としてここでは考えているので上記の位置選定要素を考慮して撮影位置の概略場所を現地調査によって定めることにした。

3. 撮影点と標定点(C)の配置

基線長(B)は一般に $1/3 \cdot S > B > 1/20 \cdot S$ (SはBの中央より撮影物までの水平距離とされている。) 標定点(C)は画像の上下左右と中心の5点以上配置する方が数学的に望ましい。

対象物である教会で撮影点

の決定をするとき、カメラと対象物の間に障害が無い所で、前記したSとBの関係が成り立つように基線長

を決め、その左右にカメラ

を設置しモニターを見ながら決定する。また、教会は窓等が多くあり、標定点をまんべんなくしかも確実にとることができるかどうかと言うことも検討した。

4. 撮影方法について

ステレオ画像をモデルにした撮影方法は、3種ある。

- 1) 平行撮影 2台のカメラの中心線が平行であり基線に直行する。(図4-1)
- 2) 変換撮影 2台のカメラの中心線が平行であるが基線に直行しない。(図4-2)
- 3) 収れん撮影 互いのカメラを対象物に向け中心線は平行しない。(図4-3)

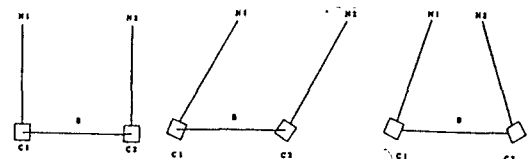


図4-1 平行撮影 図4-2 変換撮影 図4-3 収れん撮影

C_1, C_2 : カメラ N_1, N_2 : 中心線 B : 基線

この実験では画像の補正が簡単だと思われる(1)に近づく様にカメラをセットした。

5. 単写真標定

テレビカメラで撮られたステレオ画像の物体の三次元的な形態を計測するには、撮像系外部および内部標定要素を決定する必要がある。これらの要素を用いて偏位修正画像が生成される。

5-1) 外部標定要素

カメラの撮影中心位置 X 、 Y 、 Z および撮影方向を与える角度 ω 、 ϕ 、 κ の6個の要素が決定すればよいわけであるが、それぞれの近似値 X_0 、 Y_0 、 Z_0 、 ω_0 、 ϕ_0 、 κ_0 が既知であれば微少な補正量 dX 、 dY 、 dZ 、 $d\omega$ 、 $d\phi$ 、 $d\kappa$ は求められる。すなわち、画面距離を C 、主点を原点とする写真座標を x 、 y とすると基準点座標を用いて計算した画面上の対応点の座標と画面上の対応点の座標と画面で測定した基準点の像の座標 (X', Z') とは一致すべきであるから、通常の方針にしたがって次式が成立する。

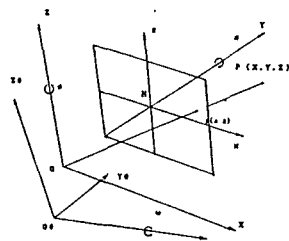


図 5-1 基準点とその像の座標関係

$$-\frac{C}{Y} dX + \frac{X}{Y} dY - \frac{XZ}{C} d\omega - \left(1 + \frac{X^2}{C^2}\right) C \cdot d\phi + Z \cdot d\kappa + (x - x') = 0$$

$$\frac{Z}{Y} dY - \frac{C}{Y} dZ - \left(1 + \frac{Z^2}{C^2}\right) C \cdot d\omega - \frac{XZ}{C} d\phi - x \cdot d\kappa + (z - z') = 0 \quad (5-1)$$

5-2) 内部標定要素

内部標定要素は CCD カメラの場合未知であるから、カメラの画面距離 C 、主点の位置 X_H と Z_H の近似値を与え、これらの各々の誤差 dC 、 dX_H 、 dZ_H から内部標定要素を求める。

5-3) 外部および内部標定要素よりの理論式

単写真の標定では、式(5-1)に内部標定要素の三つの未知数を加えると次式の関係が成り立つことが知られている。

$$dX_H + \frac{X}{C} dC - \frac{C}{Y} dX + \frac{X}{Y} dY - \frac{XZ}{C} d\omega - \left(1 + \frac{X^2}{C^2}\right) C \cdot d\phi + Z \cdot d\kappa + (x - x') = 0$$

$$dZ_H - \frac{Z}{C} dC - \frac{Z}{Y} dY - \frac{C}{Y} dZ - \left(1 + \frac{Z^2}{C^2}\right) C \cdot d\omega - \frac{XZ}{C} d\phi - x \cdot d\kappa + (z - z') = 0 \quad (5-2)$$

標定点1つに式が2つあり未知数が9個あるので、標定点が5個以上必要であり、しかも標定点は同一面上ではなく三次元的な配置を必要とする。

6. 本研究の結果

本研究では教会を主として実験を行なったが、それと平行して別の場所(山を背景とした風景)でも実験を行い(5-2)式を基に収れん回数をグラフにし、両場所の実験結果を比較した。そのグラフの一例、および本研究の結果報告を次に示す。

- 1) 画像抽出位置の選定をするとき対象物をボラロイドカメラで撮影して左右の画面を比較するとよい。
- 2) 基線長(B)は $1/3 \cdot S > B > 1/20 \cdot S$ とされているが $B \approx 1/8 S$ が望ましいと思われる。
- 3) オーバーラップ率は $P \approx 80\%$ 位で撮影したところ良好な結果を得た。
- 4) グラフでは、2地区の同じ要素が同じ様に収れんしているので標定要素の収れん性に対する信頼性は高いといえる。

5) 9個の未知数全てにおいて検討した結果、単写真の標定要素の収れんは3回で有ると言える。

【参考文献】1) 星 仰：無線伝送による野外物体の画像処理システム、計測自動制御システム論、1985

2) B. Hallant: Photogrammetry, McGraw-Hill, 1960

3) 森 忠次, 星 仰：単写真による運動体側定、写真測量, Vol. 8, No 3, 1969