

VI-29

近接リモートセンシングを応用した形状計測について

東京理科大学 正 員 江野沢 誠
 ○東京理科大学 学生員 掛橋 孝夫
 三井建設(株) 正 員 中川 良文
 三井建設(株) 正 員 高田 知典

1. はじめに 現在、建設現場における形状計測作業はトータルステーションに代表される高精度多機能測量機によって行われることが多い。しかしながら、この測量作業は精度の高い計測結果が得られる反面、計測からデータの処理・解析までの一連の作業の中で人為が介在する部分が多く、計測結果を得るまでに多大な労力と時間を必要とする。一方、最近の建設業界では建設作業の高度化、合理化を目指して様々なアプローチから技術レベルの向上が推進されている。このうち施工管理の合理化を進めるにあたっては、工事の進捗状況に関する情報をいかに、正確に、頻度よく、リアルタイムに、しかも取扱い易いかたちで収集するかが大きな鍵となる。この点から言って現状の形状計測には検討すべき課題が多く、現在、合理的な形状計測システムの開発が望まれている。

2. 研究の目的 本研究は、近接リモートセンシング（デジタルスチルカメラによる撮影）により得られた建設現場のステレオ写真から、一般に広く普及しているエンジニアリングワークステーション（EWS）を用いて標定計算、マッチング処理等を自動的に行うことにより3次元情報を抽出する手法の開発を行うことを目的とする。具体的には、①相互標定、②対地標定、③偏位修正、④マッチング、⑤3次元情報の算出の5項目についてのアルゴリズムの検討およびプログラムの開発を行う。

3. デジタルスチルカメラの諸元

デジタルスチルカメラは、写真をデジタルデータとして記録することのできる高解像度カメラであり、従来のカメラに比べ次に示す点で優れている。①フィルムの現像処理が不要である。②A/D変換が不要である。③経時変化による画質の劣化が生じない。④コピーによる画質の劣化が生じない。また、このデジタルスチルカメラは従来のカメラと同様な手順で撮影可能である。表-1に本研究で用いたデジタルスチルカメラの諸元を示す。

表-1 デジタルスチルカメラの諸元

記録方式	フレームデジタル記録
データ圧縮方式	サブサンプルおよびADPCM
イメージセンサー	2/3インチ40万画素FIT-CCD
イメージセンサーのサイズ	8.96×6.64mm
画像データ	RGB各8ビット/画素
画像構成	640×475
1画素のサイズ	0.0135mm
レンズ	F2.0 f:9~27mm

4. 研究の内容 本研究の具体的な内容は以下のとおりである。

(1) 形状計測の現状と問題点の分析

建設作業の高度化、合理化を背景に、現在合理的な形状計測システムの構築を目指して様々な研究が試みられている。これらの試みの代表的なものとしては航空写真を用いた形状計測の自動化に関する研究、現場写真による簡易計測方法、ビデオ装置を用いた計測システムを挙げることができ、これらの手法はほぼ実用の段階に達しているものといえる。しかし、これらのシステムは従来の計測手法と比べ様々な面で進歩がみられるが、計測費用が膨大である、自動化されていない、十分な精度で計測を行うことができない等の問題点が内在している。そこで、形状計測を合理化するためには、次の条件を満たすシステムが必要であると考えられる。①コ

ンピュータ処理可能なデータを簡単に収集（撮影）できる。②リアルタイムにデータを収集することが可能である。③計測作業が自動化できる。④実時間内で計測結果を得ることができる。この様な状況において、最近非常に解像度が高く、デジタル方式で記録することのできるカメラが開発されており、この様なカメラを用いて形状計測システムを構築することによって、既存のシステムの欠点を補うことができるようになってきた。

（2）デジタルスチルカメラによる形状計測

本研究で提案するデジタルスチルカメラによる形状計測の流れを図-1に示す。

1) 相互標定：デジタルスチルカメラによって撮影したステレオ写真の相対的な傾きをバスポイントにより求め、モデルの形成を行う。本研究では標定方法に縦視差を消去する方法を、標定要素の選定に投影中心を結ぶ方法を用いた。

2) 対地標定：相互標定によって得られたモデルと地表面との位置関係を基準点を用いて求める。なお、本研究では計測する領域の範囲や計測精度から判断し、地球曲率の補正は行わない。

3) 偏位修正：相互標定により得られる標定要素を用いて、傾きのない鉛直写真を作成する。この偏位修正を行うことにより、縦視差のないステレオ写真を作成することが可能であり、比高差による左右の写真の位置ずれは横方向（写真のx軸方向）にのみ生じる。これによりマッチングの際の探索範囲を一次元に限定することができると。

4) マッチング：偏位修正されたステレオ写真を用いて、左右の写真の対応点を対象領域全体に渡って探索するためのマッチング処理を行う。マッチング手法としては面積相関法を用いることとする。本研究では地上からステレオ写真を撮影する際に左右の写真の相対的な傾きが非常に大きくなる点を考慮し一般的な自動マッチング手法である面積相関法で用いる相関窓を、ステレオ写真の左右の傾きに応じて変形させて対応することとした（図-2参照）。また、マッチングポイントの探索範囲の設定は次の方法で行った。

①相互標定で用いたバスポイントの偏位修正後の座標から射影変換式を作成する。②作成した射影変換式を用いて、基準点に対応する点を求める。③②で求めた点を中心に探索範囲を設定する。

5) 3次元情報の算出：対地標定結果とマッチング結果を用いて各マッチングポイントの標高を算出し、地表面上で不規則な配列となっている標高データを規則的な配列へ変換し、数値地形モデル(DTM)を作成する。

本手法では写真撮影以降、バスポイントの選定を除き3次元情報の算出の一連の解析処理は全て自動で行われる。

5. おわりに 本研究の成果を次に示す。①撮影にデジタルスチルカメラを用いることにより、コンピュータ処理可能なデータを簡単にしかもリアルタイムに収集することが可能となった。②デジタルスチルカメラにより撮影した

ステレオ写真をコンピュータ処理することにより自動的に3次元情報を抽出することができた。

③マッチングの際に、ステレオ写真の左右の傾きに応じて相関窓を変形することで、マッチングの精度を向上させることができた。また、建設現場における形状計測作業にデジタルスチルカメラを用いた形状計測を導入することにより、建設現場の形状計測を合理化することは十分に可能であるといえる。

【参考文献】建設省土木研究所：土木技術資料、Vol.31、No.2、1989.2

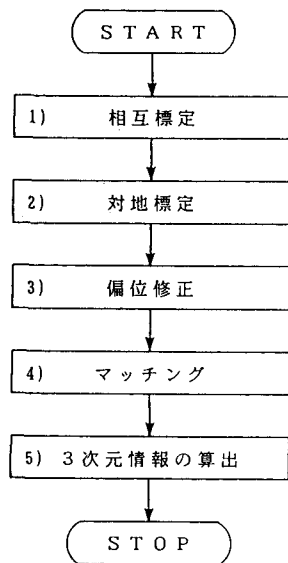


図-1 デジタルスチルカメラを用いた形状計測の流れ

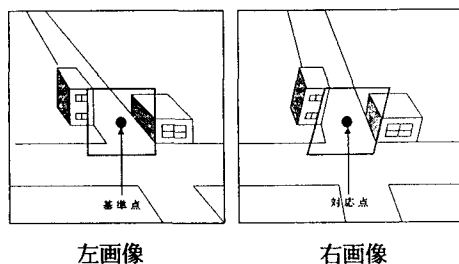


図-2 本研究で用いた相関窓