

VI-363

デジタルカメラとパソコンを用いた3次元形状計測システムの開発

三井建設(株) 技術研究所 正会員 掛橋 孝夫 高田 知典

1. はじめに

筆者らは約5年前にデジタルカメラとEWSによるステレオ画像の3次元形状計測システムを開発し、今日まで様々な土木や建築の現場、遺跡調査、地滑り地形の計測等、多方面で運用している。しかしながら、宅地やゴルフ場の造成工事の土量管理を目的として開発したために、計測対象によっては効率的に測れないといった制限もあり基本設計の見直しが必要となってきた。また、近年のパーソナルコンピュータやデジタルカメラの急速な技術革新により、EWSによる解析が必要でない場面も多く、システム管理の簡便性、システム導入のコスト面からハードウェア構成についても検討の余地が生じてきた。

2. 開発の目的

面的でリニアに変化する地形形状計測に非常に有効であるという現行のシステムの特徴を継承しながら、建物のような輪郭が明瞭な対象物の計測も可能にするデジタル画像による3次元形状計測システムを開発するとともに、急速に高性能化・大容量化が進んだパソコンとメガピクセル化・低下価格化が著しいデジタルカメラでシステムを構成し導入コストを低く抑えることを目的とした。また、写真測量を意識することなく誰でも簡単な操作性を実現することを念頭におき、順を追って作業を進めることで誰でも間違えることなく対象物の3次元形状を計測できる容易性と作業が直感的に行えるよう簡便性を達成するため、画像データと作業工程の綿密な管理、処理のアイコン化とヘルプ機能の充実を開発指針とし仕様を作成した。

3. システム構成

本システムのハードウェアは、画像データを取得する100万画素以上のCCDを搭載したデジタルカメラ、パソコンに画像データを高速に取り込むためのPCカードドライブ、画像データを3次元解析するパソコン、画像データおよび計測結果を出力するカラープリンタ、大量の画像データを保存管理するMOドライブから構成されている。各ハードウェアの主な仕様は表-1の通りである。

ソフトウェアは①撮影された画像データを管理する画像管理アプリケーション、②撮影カメラの諸条件を設定する標定要素解析アプリケーション、③3次元計測を行う3次元解析アプリケーション、④解析結果を各種フォーマットに変換して出力する計測データ出力アプリケーションで構成されている。①の画像管理アプリケーションでは撮影された複数枚の画像に撮影条件を付加して管理するだけでなく効率的に解析するための画像の組み合わせを検索することも可能で、写真測量に精通してなくても解析に使用する画像を簡単に取捨選択できる。これにより撮影条件を気にすることなく対象物の画像を数多く撮影することで撮影の失敗を未然に防ぐことが可能である。②の標定要素解析アプリケーションは相互標定、対地標定を行う。③の3次元解析アプリケーション

は画像上に任意の間隔の格子点を配置して、その点をマッチング処理により自動的に計測する機能と、対象物の変化点を手動で指定して計測する機能を有しており、これら2つの機能を使

表-1 システム仕様

デジタルカメラ	2/3 インチ型 130 万画素 CCD (有効画素 1280×1000)
パソコン	CPU: Pentium II 333MHz, メモリ: 128MB, ディスプレイ: 1024×768 High Color, HDD: 4GB
カラープリンタ	解像度: 1440dpi×720dpi
MO ドライブ	ディスク容量: 640MB

キーワード: 3次元計測, 形状計測, デジタルカメラ, ステレオ写真

連絡先 (千葉県流山市駒木 518-1・TEL 0471-40-5207・FAX 0471-40-5218)

い分けることであらゆる対象物の計測が可能となった。④の計測データ出力アプリケーションは応用分野を広げることを目的に、計測データを各種フォーマットに変換するもので、DXF、SIMA等の出力が可能である。

4. 計測手順

計測は以下の手順で行う。①計測対象にx y z座標値が既知な点を設置し、位置を変えながらデジタルカメラで複数枚画像を撮影する。撮影は多めに行う。②撮影した複数の画像をパソコンに取り込む。③プレビュー画面で画像を確認しながら解析に使用する画像をシステムに登録する。④基準点情報を設定し、撮影時のカメラの諸条件を解析する。⑤計測範囲を指定し、マッチング処理により自動的に3次元形状を計測する。⑥自動で計測できない箇所は手動で計測点を指定し、計測範囲を全て処理する。⑦適当なフォーマットに計測データを変換する。⑧必要に応じてCADやCGのシステムにデータを渡す。これら一連の作業は撮影枚数等や計測条件によって作業時間は異なるが、撮影時間を除くと3時間程度である。

5. システム導入による効果

システムを現場に導入する効果として以下のことが挙げられる。①作業を止めることなく計測できる。②急傾斜地や二次災害の危険性のある災害地等の立ち入り困難な場所での計測が可能である。③画像から解析するため工事が進んでも過去に遡って計測でき、過去から現在の地形形状を時系列的に把握可能である。④従来の計測に比べ短時間に計測結果を得ることが可能であり地形形状の変化を綿密に把握できる。⑤現場の規模に関係なく利用可能で、従来の測量作業の省力化や省人化が図れる。以上の効果から残工事に対する適切な施工計画を立てることで、工事コストの削減に寄与することが可能である。また、パソコンとデジタルカメラをベースとしたシステムを開発したことで①デジタルカメラで撮影された画像はパソコンで3次元解析が行われるため、システム導入に特別な機器は不要で導入コストを低く抑えられる。②従来の光学的偏位修正機を用いた計測に比べ、デジタルな画像データをパソコンで解析する本システムはカメラの内部標定及び外部標定要素の適用範囲が広く撮影時の制約条件が少ない。③デジタルカメラを用いることにより投影、フィルム処理などの作業による誤差がない。④写真測量に精通していない人でも撮影から3次元形状計測データを得るまで3時間程度で行える。⑤3次元形状データと画像データを組み合わせたデジタルオルソ画像を作成することで、景観シミュレーション等にも応用が可能である。

6. おわりに

造成現場での土量管理等における計測の場合、デジタル画像による3次元形状計測システムは従来の写真測量のような位置座標の計測精度は得られないが、計測対象をメッシュ化して面的に計測することで実用上十分な精度が得られることは過去の実績で確認済みである。本システムはこの面的な計測と変化点を手動で計測する新機能と機能向上により、計測困難な構造物の3次元データ化、CAD、CGデータの作成、遺跡調査、事故等による現場検証など、より多くの利用場面が考えられる。今後、画像データの入力機器としてデジタルビデオカメラや高解像度衛星画像の検討を行うとともに、多くの分野の対象物を計測することで更なる機能の充実と操作性の改善を図る予定である。

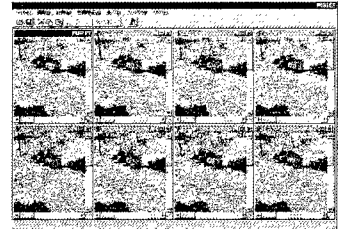


図-1 画像入力画面

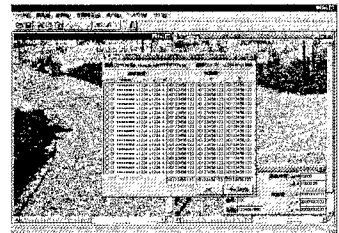


図-2 標定画面

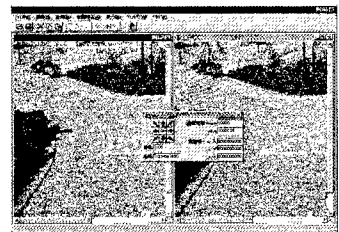


図-3 解析結果画面

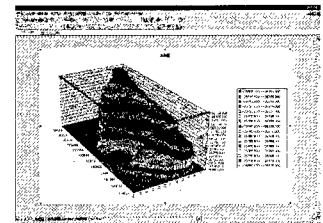


図-4 解析結果画面