

氏 名	おののてつ 徹
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3879 号
学位授与の日付	平 成 18 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	望遠レンズを用いたデジタル写真測量による遠方計測法

論文調査委員 (主 査) 教 授 田 村 正 行 教 授 大 西 有 三 教 授 中 北 英 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、望遠レンズを搭載したデジタルカメラを用いて地上から遠方撮影し、土木分野の基礎構造物のような大規模な対象物を計測する写真測量手法について研究した成果についてまとめたものである。

第1章は序論であり、論文の概要や構成、研究の位置付けや意義についてまとめた。

第2章では、本論分で提案する手法についての理解を助けるために必要な写真測量の基礎的な原理と関連する既往研究についてまとめるとともに、従来の手法の問題点を浮き彫りにした。

第3章では、土木分野における写真測量技術を用いた三次元形状計測と変位計測の必要性について述べるとともに、従来の写真測量手法を土木分野に適用する際に生ずる問題点について実例を踏まえて述べ、その対策について考察を行った。土木分野の対象物は、(1)対象が巨大であるか計測対象範囲が広域にわたるものが多い(2)近づくことが困難あるいは危険(3)空間的制約がある、といった特徴がある。これらの特徴から、従来の近接写真測量のように多数の反射ターゲットを対象上に貼り付け、対象に近づき様々な方向から多数枚の重複写真を撮影するといった手法は適用できない。代替手段として、望遠レンズを用いて遠方から撮影するという方法が考えられるが、従来の計算方法をそのまま使うと精度や安定性、効率など様々な点で問題が生ずる。その解決策のヒントを示したのが第4章であり、具体策を示したのが第5章、第6章である。

第4章では、従来の写真測量手法の対極にある画像計測システムとして人間の視覚システムについて着目し、そのメカニズムについて写真測量学的観点から解釈し、その仕組みを写真測量に組み込むための方法について考察を行った。

第5章では、望遠レンズを用いて写真測量を行う際に問題となる幾何学的な弱さを克服するため、正射投影モデルという新しい標定手法を考案し、その特性についてシミュレーション及び野外実験により検証した。望遠レンズを用いて幾何学的に弱い条件で計測を行った場合には、従来の標定モデルと比べて正射投影モデルを用いることで高い精度で計測できることがわかった。また、基準点を用いない場合には3枚以上の重複撮影を行う必要があることが示された。さらに、基準点を用いることで基準点と画像座標以外に全く観測情報を与えなくても計算できるため、十分高い精度を持った初期値を計算するためにも利用可能であることも確認された。また、鴨川河川敷で行われた実験結果から、本手法を用いることで約100 m離れた位置から河川堤防法面を数 mm 程度の高い精度で計測することが可能であることが示された。

第6章では、広域な対象を計測する場合に問題となる画像の管理や多数の標定点や基準点の取得の問題に対処するために、独自に開発したフォトセオドライトを用いた三次元計測システムに関して論述した。フォトセオドライトとはセオドライト上にデジタルカメラを搭載し、コンピュータを介して両者を同期させて撮影を行う機器である。本論文では、フォトセオドライトに関する幾何学的な関係や統計的性質といった基礎的な原理体系を解明するとともに、フォトセオドライトの標定手法や標定精度、図化機構の設計、自動計測機構の実装方法などについて述べた。第6章において述べた主な成果は以下のものである。

1. フォトセオドライトを用いた新しいカメラキャリブレーション(内部標定)手法を考案し、望遠レンズを用いる際の課題であった異なる焦点距離での写真測量を実現可能にした。この手法を用いることで、特別なキャリブレーション用のタ

ターゲット場などを用意する必要なくオンサイトでのキャリブレーションが可能となる。

2. フォトセオドライトを用いて三次元計測を行うために必要なフォトセオドライト間の相互標定を効率的に行う手法を考案し、その精度検証により有効性を確認した。
3. 何 km あるいは何10 km にも及ぶ河川堤防法面の計測のような広域の対象を計測した際に生ずる、対象全体の歪みを是正するために、多数の器械点からの観測を同時調整する方法やさらに GPS を用いて補強する方法について考案した。
4. フォトセオドライトを用いた三次元計測システムにより、平成16年10月に発生した円山川破堤によって生じた破堤地周辺の被災状況を観測し、広範囲に及ぶ対象について高精度な三次元計測が可能であることを示すとともに、災害発生のメカニズムを解析するうえで学術的に貴重な計測データを提供した。

最後に第7章において、本論文の成果をまとめるとともに今後の課題を示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、望遠レンズを搭載したデジタルカメラを用いて地上から遠方撮影し、土木分野の基礎構造物のような大規模な対象物を計測する写真測量手法について研究した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 土木分野に写真測量技術を適用する際に発生する問題点についてまとめ、それを克服するための方法として望遠レンズを用いた写真測量手法について提案した。
2. 望遠レンズを用いて写真測量を行う際に問題となる幾何学的な弱さを克服するため、正射投影モデルという新しい標定手法を考案し、その特性について検証した。
3. いくつかのシミュレーション及び実験を通して、正射投影モデルと従来手法である中心投影モデルとを比較し、望遠撮影時における正射投影モデルの有効性を確認した。
4. 広域な対象を計測する場合に問題となる画像の管理や多数の標定点や基準点の取得の問題に対処するため、セオドライト上にデジタルカメラを搭載したフォトセオドライトを用いた三次元計測システムを開発した。
5. フォトセオドライトを用いた新しいカメラキャリブレーション（内部標定）手法を考案し、望遠レンズを用いる際の課題であった異なる焦点距離での写真測量を実現可能にした。この手法を用いることで、特別なキャリブレーション用のターゲット場などを用意する必要なくオンサイトでのキャリブレーションが可能となる。
6. フォトセオドライトを用いて三次元計測を行うために必要なフォトセオドライト間の相互標定を効率的に行う手法を考案し、その精度検証により有効性を確認した。
7. 何 km あるいは何10 km にも及ぶ河川堤防法面の計測のような広域の対象を計測した際に生ずる、対象全体の歪みを是正するために、多数の器械点からの観測を同時調整する方法やさらに GPS を用いて補強する方法について考案した。
8. フォトセオドライトを用いた三次元計測システムにより、平成16年10月に発生した円山川破堤によって生じた破堤地周辺の被災状況を観測し、広範囲に及ぶ対象について高精度な三次元計測が可能であることを示すとともに、災害発生のメカニズムを解析するうえで学術的に貴重な計測データを提供した。

以上の成果により、本論文は、測量学及び土木工学等の分野において、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成17年12月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。