

平成22年 6月 1日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2009

課題番号：20760353

研究課題名（和文）

リアルタイム画像計測による画像ものさしシステムの研究

研究課題名（英文）

Study on Real-Time Measurement System by Image Data Processing

研究代表者

松田 浩朗 (Hiroaki Matsuda )

飛鳥建設株式会社技術研究所・副主任研究員

研究者番号：80443646

研究成果の概要（和文）：

本研究では、デジタルカメラによる画像計測技術の自動化および測量システム化により低コストかつ1人で測量を可能とする、「画像ものさしシステム」を開発することを目的に、システムの開発および精度検証実験を実施した。本システムは、カメラの制御および画像処理により、リアルタイムかつ自動に画像計測が可能であり、計測精度として10～20mm程度の精度を実現した。

研究成果の概要（英文）：

The measurement system by image data processing was developed. This system can be measured and accuracy of system development conducted. This system can be measured real-time and automatically by camera control and image data processing. And, the measurement accuracy of this system was 10～20 mm.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,900,000	570,000	2,800,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,710,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：画像計測

## 1. 研究開始当初の背景

我が国では、戦後はじめて人口減少を記録するなど、近年少子化が進んでおり、この対策は急務である。現在労働人口の減少に対して、各分野での合理化・省力化を進めることは重要である。

建設分野においても、自動化・機械化等によ

り省力化を進めており、重機の自動制御技術の進展から、より合理的かつ省力的な施工を実現している。

しかしながら、建設現場の品質管理および工程管理上、通常毎日行われる測量作業において、測量機器の高精度化・低廉化等は進んでいるものの、①測量機器が高価、②専門的知

識が必要、③測量作業において複数の作業人員が必要、であることは現在も変わっていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまで進めてきたデジタルカメラによる写真測量技術と自動計測化・高精度化技術を応用し、デジタルカメラによる画像計測技術の自動化および測量システム化により、低コストかつ1人で測量を可能とする、「画像ものさしシステム」を開発することを目的とする。本システムは、対象範囲を複数台のカメラで写し込み、作業員が指した場所の位置関係や長さを自動的かつリアルタイムに測量するものである。測量値（3次元座標）および測量時の画像は自動的に保存されるとともに、取得画像上にすべての測量値を重ねて表示することで、測量後の内業（後処理）も容易である。なお、本システムでは cm 単位の測量精度を実現することを目標とする。これは、近年測量作業によく用いられる RTK-GPS の測量精度と同等である。本システムのイメージを図-1 に示す。

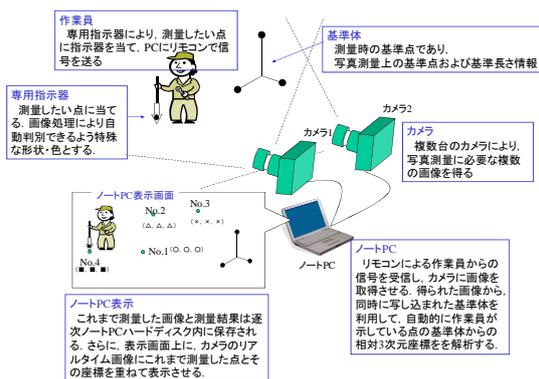


図-1 システムイメージ

## 3. 研究の方法

### (1) PC によるカメラの制御（画像取得）プログラムの開発

使用するカメラの制御プログラムを開発する。本プログラムは作業員からの信号を受信した際に自動的に撮影を行い、その画像を集約する機能を有する。また、以下の画像処理に使用する色（RGB 値）と、この色に対応する画像座標情報を保管する。

### (2) 取得画像より自動的に基準体および測量点の画像上の位置を自動判別する画像処理プログラムの開発

取得した画像より、基準体および測量点（測量点指示器）の画像上の位置を自動的に画像処理により判別できる判別方法およびそのプログラムを開発する。本研究の判別方法としては、1つの方法で精度を上げていく（色であれば色の種類を突き詰める）のでは

なく、複数の判別方法を同時に適用し、基準体あるいは測量指示器の確からしさ（誤認識確率）から判別する方法とする。

### (3) 画像処理による自動判別が容易となる基準体・測量点指示器の検討

(2)の自動判別において、より判別が容易で誤認識の少ない基準体・測量点指示器について検討・製作を行う。画像処理上判別がより容易となるものとして、色または色の変化・形などが特殊なものが考えられる。本研究では、上記のほか配置も検討する。たとえば基準体を3角錐とした場合、頂点は4点であるため、3点が認識できれば、残りの1点がどこにあるかは推測可能である。このような条件を設定することで、判別処理の精度は高まるものと考えられる。

### (4) cm 単位の測量精度の実現（解析手法・統計処理）

写真測量解析手法やその結果の処理方法（繰り返し測量と誤差確率を利用した統計処理）により cm 単位の測量精度を実現する。実用上、本システム適用時の初期設定に手間がかかる場合は、本システムの実用性が大きく悪くなるため、なるべく初期設定の少ない手法を検討する。方法としては、それぞれのカメラの位置・姿勢の相対関係を固定するなど、実用上問題ない条件を設定する（解析における自由度を減らす）ことで効率化を進める。

### (5) システムのプロトタイプ開発

上記成果から、本システムのプロトタイプを製作する。プロトタイプ用に開発するプログラムは、測量結果を PC 画面上に取得画像と重ね合わせ表示できるものとする。

### (6) 検証実験

開発後、実験を行い実用性や精度の検証を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 制御・画像処理プログラムおよび測量用標点の開発

カメラの制御プログラム、およびカメラから取得した、画像から、測量体の画像上の位置を自動判別するプログラムを開発した。図-2、および図-3 に、使用したカメラおよび、制御・画像処理用 PC の外観をそれぞれ示す。また、プログラム実行画面を図-4 に示す。なお、測量点の自動検出のための測量用標点を図-5 に示す。標点は 40mm 四方の赤く塗りつぶした正方形の中心に、直径 20mm の円を青く塗りつぶしたものを使用した。

自動判別は、あらかじめ取得した、測量用標点の画像を基本画像とし、その基本画像に対して、カメラ取得画像内から、形・色を近いものを検索させることにより行った。

本開発プログラムにより、カメラによる画像の取得、および画像処理による測量用標点

の画像上の座標点の自動取得が可能となった。

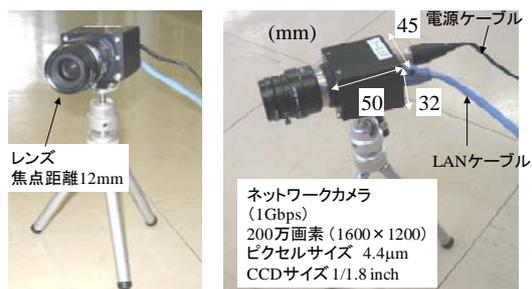


図-2 使用したカメラ



図-3 カメラおよび制御・解析用 PC 外観

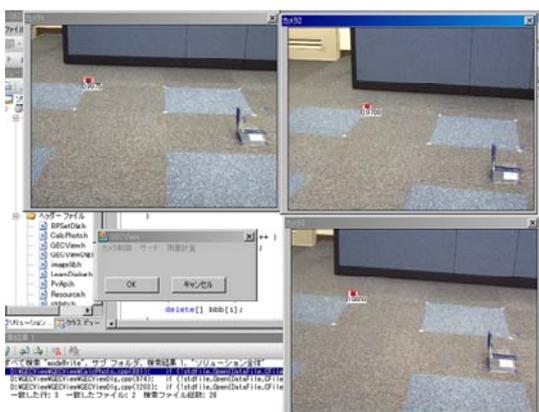


図-4 プログラム実行画面

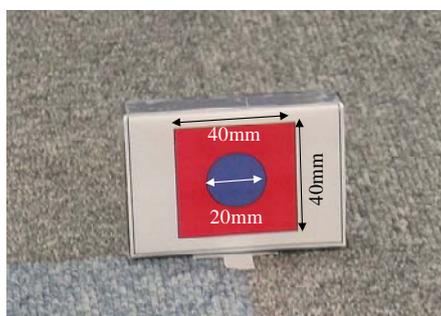


図-5 測量用標点

## (2) 基準体の製作

画像計測を行う上で、必要な基準体を製作

した。基準体は、画像処理による自動判別が容易となるよう、それぞれ色の異なる球（直径 20mm，アルミ製）を 3 次元的に配置したものである（図-6 参照）。



図-6 基準体

## (3) 画像計測による 3 次元座標の自動計測技術の開発

前述の成果により、①カメラの制御による画像取得、②基準体および測量用標点の画像座標の自動取得を実現した。これらの情報を用いて、自動的に測量点の 3 次元座標を解析するプログラムを開発した。

## (4) 精度検証実験

開発した技術の計測精度を検証する実験を実施した。本実験は、あらかじめ既知の計測点に測量用標点を移動させたときに、本技術により計測した座標と、実際の計測点座標を比較するものである。

図-7 に実験状況を示す。測量点は、2 次元的に 500mm 間隔で 10 点設置し、カメラは測量点から 2m 程度離れた位置に 3 台設置した。

また、実験においては、途中カメラを移動させた。これは、測量中のカメラ移動による計測精度への影響について検討するためである。ただし、カメラ移動により視野範囲が変わるため、移動前、移動後において測量点は異なる（図-8 参照）。



図-7 実験状況

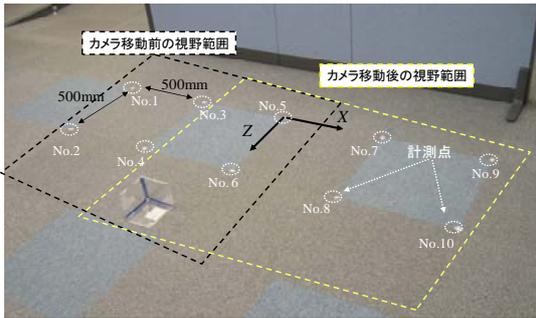


図-8 カメラ移動による視野範囲の違い

図-9 に結果を示す。なお、結果は水平方向の座標値を示している。図中横軸は X 方向（計測点 No. 1-No. 9 方向）、縦軸は Z 方向（計測点 No. 1-No. 2 方向）を示している（図-8 参照）。また、●印はカメラ移動前（1 回目）、▲印はカメラ移動後（2 回目）の計測値を示す。500mm 間隔で設置した計測点に対して、X 方向および Z 方向ともすべて 30mm 未満の差であった。計測点 No. 2 の計測誤差が最も大きく、X 方向で 23.5mm、Z 方向で 27.5mm となった。また、カメラ移動後の計測もカメラ移動前の計測と同等の精度で 3 次元計測が可能であった。なお、計測時間は計測用標点設置から 1 秒以内であった。

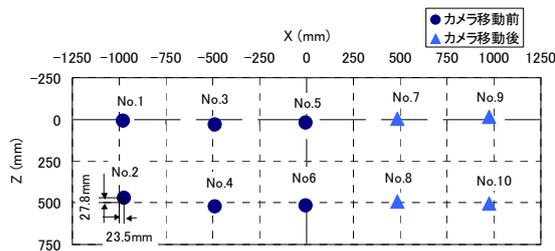


図-9 実験結果

#### (5) システムプロトタイプ開発

システムプロトタイプとして、カメラ設置治具および電源・通信ボックスを製作した。

図-10 に、カメラ設置治具を示す。カメラ設置治具は、三脚上に設置可能であり、カメラを 3 台配置可能である。カメラ間の相対関係は既知である。

本治具を利用することで、カメラ間の相対関係が固定でき、測量解析においてカメラの座標の入力（あるいは初期座標入力）を省略することが可能である。

図-11 に、電源・通信ボックスを示す。本機器は、カメラの電源および通信ケーブルを集約するもので、持ち運びや設置の労力が削減できる。



図-10 カメラ設置治具



図-11 電源・通信ボックス

以上の成果より、画像計測によりリアルタイム自動的に 3 次元座標を計測可能とした。また、精度 cm 単位を実現した。さらに、システムプロトタイプを開発した。

#### 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 1 件）

松田浩朗, 松元和伸, 阿保寿郎: 画像計測・処理技術によるリアルタイム 3 次元計測システムの開発, 土木学会第 64 回年次学術講演会, pp.301-302, 2009.

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 浩朗 (Hiroaki Matsuda)

飛鳥建設株式会社技術研究所・副主任研究員  
研究者番号: 80443646

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号: