

SfM を用いた構造物モデリングにおける全方位カメラの効率的な撮影手法の検討

日本大学 学生会員 ○瀬戸山 竜二

日本大学 正会員 佐田 達典

日本大学 正会員 江守 央

1. はじめに

我が国は建設現場における生産性向上が急務とされており、その取り組みの中核を成す i-Construction では、3次元モデルの活用等が提唱されている。そこで、簡易的に複数枚の写真から3次元モデルを作成できる手法として、Structure from Motion（以下、SfM）の利活用が注目されている。SfMを使用した3次元モデルの作成手順は、①デジタルカメラ等で写真を撮影、②専用のソフトに写真を取り込む、③3次元モデルが自動作成される、となっている。SfMによる3次元モデルを活用した研究として、岡本ら¹⁾はスマートフォンとデジタルカメラを用いて撮影した写真にて3次元モデルの作成を行い、結果として±10mm以内の精度にてモデルの作成が可能であることを明らかにした。しかし、デジタルカメラのみでのモデリングに留まっている。

そこで、本研究ではSfMの手順の中で撮影手法に着目し、全方位カメラでの3次元モデル作成を試みた。通常のデジタルカメラで3次元モデルを作成する場合、大量に写真を撮影する必要がある。しかし、広い画角にて撮影可能な全方位カメラの場合では、複数枚の画像をその広角画像から抽出することが可能であり、作業の効率化や労力の低減が考えられる。しかし、全方位カメラは広い画角の360度を撮影できるが故に、画像の中心から離れるほど歪みが増大してしまう課題も有することに留意する必要がある。

上述の通り、建設現場における生産性向上の観点から、本研究は全方位カメラを用いることで3次元モデリングの簡易化が図れるか検証を行い、全方位カメラを使用する効率的な撮影手法の検討を目的としている。

2. SfM と全方位カメラ

(1) SfM の概要

SfMの基本的なシステムは、自動的に写真を処理することが前提とされている。これは、撮影した複数枚の写真における特徴点の対応関係をソフトウェアが自動

的に認識し、解析を行うことで3次元点群データを生成することとなる。

本研究では、解析ソフトウェアとして Agisoft 社の Photoscan pro を用いて3次元モデルを作成した。他のソフトウェアに比べ、比較的安価に入手可能であり、測量の分野だけでなく幅広い分野で活用されている。

(2) 全方位カメラの概要

全方位カメラとは、1台のデジタルカメラで360度を撮影可能なカメラである。本研究では、Kodak PIXPRO 4K360VR を用いて撮影を行った。本体の前後に画角の違うレンズ（235度+155度）を搭載しており、360度の撮影を可能としている。付属のリモコンや専用のアプリケーションを使用することで、カメラを遠隔で操作することが可能である。本研究で使用した全方位カメラの比較として、一般的なデジタルカメラに分類される iPhone X を挙げ、画像サイズと解像度の比較を表-1に示す。

表-1 デジタルカメラのサイズと解像度

カメラ	サイズ (ピクセル)	解像度 (dpi)
iPhone X	4032 × 3024	72
Kodak PIXPRO 4K360VR	3840 × 2160	72

3. 研究概要

(1) 撮影対象と撮影方法について

本研究における撮影対象を壁に接着している配管とした。古い構造物であった場合、配管の図面が残っていないことも多々あり、配管を捉えてモデリングする有意性がある。また、本研究に使用した全方位カメラにはフォーカス機能が搭載されておらず、ソフトが撮影対象を誤認識しやすい（モデリング時にノイズとして検出される要因となる）こともあり、一つのオブジェクトを対象とするには適していないことも挙げられる。

3次元モデルを作成するため、写真の撮影を2種類行なった。一つ目の撮影方法を図化したものが図-1であ

る。図-1 における撮影方法は、高さは変えずに横にスライドさせる撮影方法である。二つ目の撮影方法を図化した図-2 は、カメラを左右に動かすことなく、縦方向にスライドさせる方法となる。図-1 における撮影方法を①とし、図-2 における撮影方法を②と呼ぶこととする。実際の撮影対象の配管が図-3 である

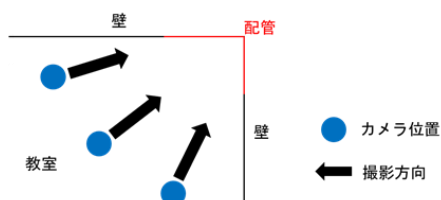


図-1 撮影方法①

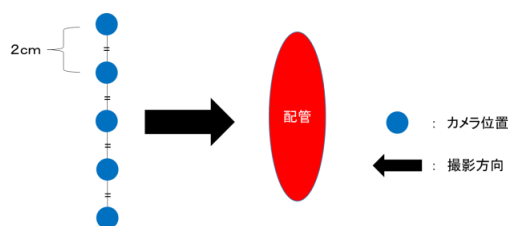


図-2 撮影方法②



図-3 撮影対象の配管

(2) 画像の抽出方法

全方位カメラを用いて撮影した画像は、専用のアプリケーションで撮影画像を抽出する。撮影した広角画像を 16 : 9 のサイズで、画像を配管が写りこむように 80% 以上のラップが確保できるよう抽出した。①の実験は撮影時に高さ変更を行わないので、配管全体を網羅できるように画像抽出を行うが、②の実験においては配管が画像内の歪みの少ない部分に収まるため、歪みの少ない部分から抽出している。

4. 実験結果

(1) 撮影方法①におけるモデリング結果

撮影した 3 枚の画像の中から、42 枚の画像を抽出し、3 次元モデルを作成し配管以外の壁などを取り除くと、図-4 のように配管の取り合いを確認できるような 3 次元モデルが生成できた。しかし、生成した 3 次元モデルを確認すると各所に潰れたような歪みが生じていることがわかる。これは、全方位カメラ特有の課題ともなる広角が故の歪みが原因だと考えられる。



図-4 撮影方法①によって生成された 3 次元モデル
(2) 撮影方法②におけるモデリング結果

撮影した 5 枚の画像から 40 枚の画像を抽出し 3 次元モデリングを行った。生成された 3 次元モデルは図-5 であり、図-5 と比較した場合には、図-5 の方が歪みの少ない 3 次元モデルが生成されていると言える。これは、撮影方法②がレンズの中心に配管を捉えられる撮影方法であったことに起因すると推測する。

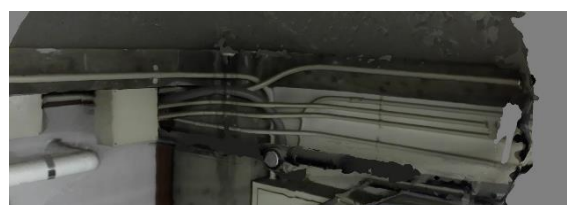


図-5 撮影方法②によって生成された 3 次元モデル

5. おわりに

本研究は、現場における生産性向上を目的として、全方位カメラを用いて 3 次元モデルの作成を試みた。そして、2 つの撮影方法から 3 次元モデル作成に全方位カメラを使用する場合の留意点を明らかとした。明らかとした点について以下に示す。

- 全方位カメラで 3 次元モデルを作成する場合、対象物をレンズの中心で捉える必要がある。
- 全方位カメラや全天球カメラを用いて 3 次元モデルを作成することは可能であるが、まだ精度的な課題や撮影方法における不明瞭な点が多々残される。

広範囲の撮影や高所の撮影など通常のデジタルカメラでは撮影に手間がかかる場面において、全方位カメラは大いに活躍できると考えられる。

今後は全方位カメラを用いた SfM の実用化に向けてさらに効果的な撮影方法や画像抽出方法を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 岡本健, 新名恭仁, 高橋恭子, 今井龍一: 簡易計測データに基づく 3 次元モデルを用いた地下埋設物の二次元図面補正に関する一考察, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.43, pp.185-188, 2018.