

道路維持管理の基盤となる 3次元点群データの更新手法の提案

並川佳愛† 西阜太郎‡ 窪田 諭‡

関西大学 環境都市工学部† 関西大学大学院 理工学研究科‡

1.はじめに

我が国の社会資本の多くは高度経済成長期以降に整備され、適切な維持管理の重要性が指摘されている[1]。道路構造物の適切な維持管理を実現するためには、視覚表現に優れ、情報共有が可能な3次元データの利用が有効である。国土交通省が推進する i-Construction 政策における UAV(Unmanned Aerial Vehicle)や地上型レーザスキャナ(Terrestrial Laser Scanner：以下、TLS)の導入により、3次元データの利用は増加しているが、3次元データから形状を把握し、その任意箇所に損傷や点検結果を表現する維持管理システムは未だ発展途上である[2]。筆者らはこれまで、道路舗装面における時期の異なる3次元データを構築し、舗装維持管理システムを提案してきた[3]。ただし、システムの基盤となる道路の3次元データは、広範囲を数年単位で計測して構築することが一般的であり、逐次更新されたデータを利用できる環境にない。そのため、道路の新設、拡幅や道路付属物の新設、更新が3次元データに反映されるまでに時間を要し、維持管理業務で最新のデータを利用できない課題がある。

そこで、本研究では、道路維持管理のための3次元データの基盤を構築し、3次元データの活用推進と道路維持管理サービスを向上することを目的として、3次元データの更新手法を考案し検証する。ここでは、道路舗装面と付属物を対象に、更新対象地物を TLS とカメラで計測したデータを用いて、既存の3次元データを部分的に更新し、データの新鮮度を高めることを目指す。

2.道路維持管理における3次元データの更新手法

道路の3次元測量は、MMS(Mobile Mapping System)計測によって行われ、3次元データが整備されることが多い。本研究では、これを部分

的に更新することを想定し、その場面を図1のように考えた。

- (1)一部の道路区間において、道路の新設等の何らかの変化があった場合
- (2)データの取得時に、車などの不要な物体が映りこみ、現状を正確に再現できない場合
- (3)データの取得時に、撮影条件やオクルージョンによって、データの一部が欠落した場合
- (4)標識や柵などの道路付属物が新しく設置された場合

データ更新の流れは、まず対象地物を TLS またはカメラで計測し、データ処理ソフトウェアおよび SfM 処理によって、更新するための3次元データを生成する。次に、既存データとのデータ結合を行い、データの重複がある場合などはそのデータを除去する。データ処理には、点群データ編集ソフト Cloud Compare を用いる。

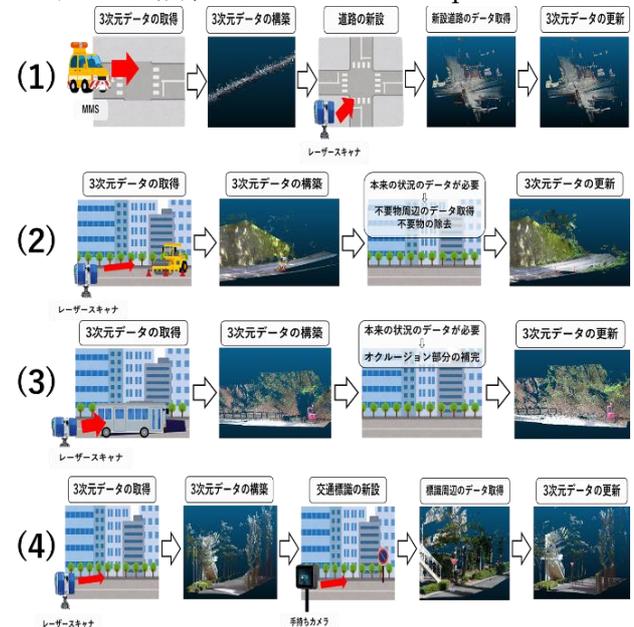


図1 3次元データの更新場面

3.実現場における3次元データの更新

提案した更新手法を、大阪府泉南市の童子畑橋、長野県軽井沢町の白糸ハイランドウェイ、静岡県浜松市の県道40号掛川天竜線、および関西大学キャンパス内で検証した。

Improvement Method of Three-Dimensional Point Cloud Data for Road maintenance

†Kae Namikawa and Satoshi Kubota

Factory of Environment and Urban Engineering, Kansai University

‡Kotaro Nishi

Graduate School of Kansai University

TLSとして使用した Focus3D(FARO 社製)については、カタログ精度の標準偏差±2mm の 2 倍である 4mm を精度の指標とする。つまり、既存のデータを最確値とし、既存データと更新後のデータの誤差が 4mm 以下であることを本研究の要求精度とする。

3.1 場面(1)における 3 次元データの更新

静岡県がオープンデータとして公開している 2016年の 3次元データ(A)と、2020年9月に TLS 計測した 3次元データ(B)とを結合した。TLS による 3次元データの処理には、データ処理ソフトウェア FARO SCENE を用いた。Cloud Compare の Align (point pairs picking)機能を用いて、2つの点群データに共通する点を指定(C)し、対象点に基づく位置合わせを行った(D)。計測した箇所では、路面標示が変更されていた(E)ため、過去のデータで 3次元データの重複する箇所を Cloud Compare で切り取り、最新の状態に更新した(F)。

Cloud Compare で位置合わせを行ったときの RMS(Root Mean Square) を用いて、更新した 3次元データの精度を検証する。結合箇所の RMS は 9.3mm であり、要求精度 4mm を満たすことができなかった。しかし、静岡県のデータは、MMS 計測成果であり、その精度は約 10cm である。これを考慮すると、MMS 計測データを基にした TLS 計測データの更新の誤差が 9.3mm であることは、適切に更新できたとと言える。

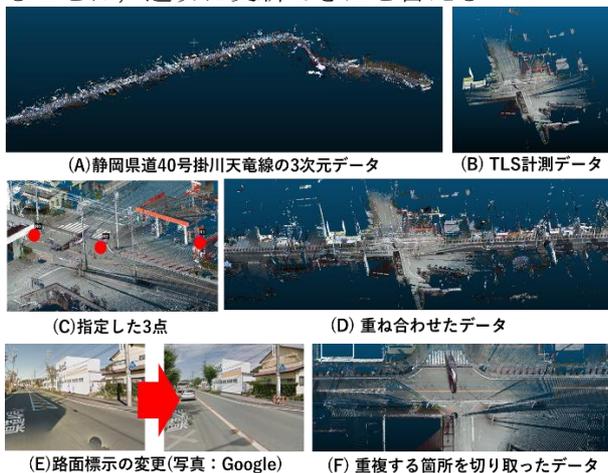


図 2 浜松市の実験における 3 次元データ

3.2 場面(4)における 3 次元データの更新

2020年10月に、関西大学キャンパス内にて、TLS とカメラを用いた計測を行った。TLS 計測(A)後、標識を仮設(B)し、先端に GoProHero6 を取り付けた如意棒を持って歩行して、高さ約 2m の位置から標識と路面の動画を撮影した。カメ

ラの角度は、下向き 45 度、横向き 45 度とした。動画から、0.5 秒間隔で画像を切り出し、Agisoft 社製 Metashape を用いて SfM 処理を行い、点群データを生成した(C)。TLS のデータを基に、SfM 処理によるデータを組み合わせるために、2つの点群データに共通する 3 点を指定(D)し、対象点に基づく位置合わせを行った(E)。

結合箇所の RMS は 8.2mm で、要求精度 4mm を満たすことはできなかったが、提案手法により安価な機器を用いてデータを最新にできる可能性を見出した。



図 3 関西大学の実験における 3 次元データ

4. おわりに

本研究では、道路舗装面と道路橋を対象に、カメラと TLS による計測を実施し、部分的なデータ更新とデータの精度検証を行い、点群データの更新手法を考案した。その結果、3次元データにおいて、時期の異なる 3次元データを利用できることを示唆した。今後は、膨大なデータを管理する際に容易に更新できるように、位置情報を利用した更新が求められると考える。

参考文献

- [1] 国土交通省：道に関する各データ集 https://www.mlit.go.jp/road/soudan/soudan_10b_01.html (入手:2020.12.24)
- [2] 国土交通省：道路デジタルメンテナンス戦略, 2020.
- [3] 窪田論他：地上型レーザスキャナを用いた舗装の 3次元データの構築とその維持管理への活用, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol. 76, No. 2, pp. I_161-I_168, 2020.