

カメラ映像を基にする3次元道路空間データの生成と品質評価

堀下 弘吉郎† 窪田 諭†

関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科†

1. はじめに

高度経済成長期に集中的に整備された社会基盤の多くが更新の時期を迎えている。道路については、2033年度には67%が老朽化と言われており、適切な維持管理が必要である。国土交通省は、建設現場の生産性向上に向けてICT技術を全面的に活用するi-Construction政策を進めており、計画、設計、施工段階における3次元データの生成と活用のみならず、維持管理においても3次元データを活用して効率化と高度化を目指している。

道路の3次元維持管理を実現するためには、基盤となる3次元データを構築することが必要である。一般的には道路空間の3次元データはMMS (Mobile Mapping System) や地上設置型レーザスキャナを用いる[1][2]。国土交通省は、車両搭載センシング技術による道路基盤地図データの収集実験[3]を行った。これは、機器の目標価格が約1,500万円であり、地方公共団体が実用するためにはより安価な機器が望ましい。また、レーザスキャナで3次元点群データを取得する場合には、手前の地物にレーザが当たり、歩道など奥の地物についてデータが取得できず、何度か移設して計測する必要がある。一方で、3次元データを構築する手法の一つとして、対象物をカメラの視点を変えながら撮影した複数の画像から3次元データを構築する技術であるSfM (Structure from Motion) 技術がある。

本研究では、道路の3次元維持管理の基礎データを構築することを目的として、SfM技術を基に、市販のビデオカメラで撮影した映像データから道路空間の3次元データを生成する手法を研究し、その品質を評価する手法を提案する。本研究が対象とする道路空間を構成する地物を図1に定義する。

2. 3次元データの生成とその品質評価の方法

計測に使用するビデオカメラには、1200万画素の4K映像で撮影できるGoProHero6を採用した。撮影したビデオカメラ映像から1秒間隔で画像に切り出し、SfM技術により点群データを生成する

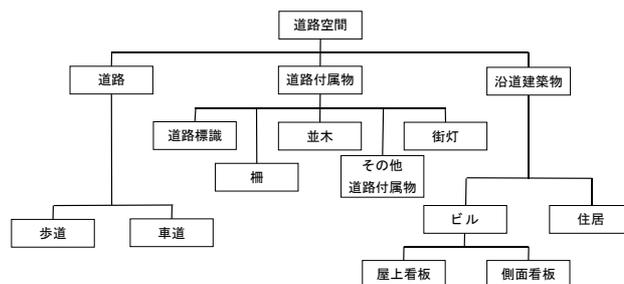


図1 道路空間の定義

表1 データ生成に影響するパラメータ

パラメータ	計測条件とソフトウェアの設定
カメラの画素数による機種選定	GoPro Hero6 (1200万画素)
カメラの向き	左右 (50度) に設置
カメラを設置する位置	高さ 1m
PhotoScan の処理設定	最高



図2 計測機器と計測風景

Photo Scan (Agisoft 社製) を利用して点群データを生成する。そして、3次元データ編集ソフトであるCloud Compare で点群データを表示する。

3次元点群データの生成に影響を与えると考えられるパラメータについては、文献[4]で得られた結果を基に検討した結果、PhotoScan の処理設定を「最高」とし、点群データの生成精度を高くすることとした(表1)。撮影機材として、ビデオカメラに高さを持たせるために脚立を固定した台車を用いて脚立の上にカメラを設置した(図2)。

品質評価においては、国土地理院の地理情報標準プロファイル(JPGIS)における「品質の要求、評価及び報告のための規則」に準拠し、地物の完全性と位置正確度を用いる。完全性は対象空間における地物の過剰と洩れによって評価する。位置

Construction and Quality Evaluation of Three-dimensional Data of Road Based on Video Images

†Kokichiro Horishita and Satoshi Kubota

Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

正確度は、GNSSによって取得した値あるいは都市再生街区基準点を基準点として道路空間に絶対座標を付与し、検証点とGNSSあるいは都市再生街区基準点との差を評価する。また、SfM処理によって生成する点群データは、一つの地物においても点群の生成可能な部分と不可能な部分が混在するため、地物の網羅性として、地物毎に点群データが生成できた部分の割合を評価する。

3. 3次元データの生成と品質評価

(1) 現場計測と3次元データの生成

決定したパラメータ設定によって、大阪府吹田市内の道路空間(図3)を計測した。現場計測では、約2分間の動画を撮影し、前述の方法で点群データ(図4)を生成した。図4では、データの生成に写真117枚を使用し、処理に約210分を要した。



図3 現場計測箇所の一例



図4 生成した点群データ

(2) 品質評価

完全性については、構築した道路空間内の各地物の現地に対する過剰と洩れを検証した。その結果を表2に示す。完全性は約48%であり、車道にある信号や特徴点が少ない並木の3次元データを生成できなかった。地物の網羅性では、点群データから地物を抽出し、メッシュ化してその地物が含まれる割合を算出した。図5の電柱を評価した結果、網羅性は約77%であった。位置正確度については、3次元道路空間データ内の特徴点にGNSSあるいは都市再生街区基準点の座標を複数点付与し、それら以外の点を検証点として平均、標準偏差およびRMSE(Root Mean Squared Error)によって評価する。

SfM処理では、対象の連続する写真に特徴となる地物があれば、正確な点群データを生成する特性がある。しかし、特徴する点が少ないと生成自

体ができないことがわかった。点群データ生成には、日照角度、建物の高さや数などの現場環境が影響を与える。また、太陽光が入り込んだ画像を処理すると、3次元データを生成できないことがある。

表2 地物の完全性の評価

	電柱	信号	標識	看板	並木
写真	6	4	3	4	16
データ	3	2	3	2	8



図5 地物の網羅性の評価

4. おわりに

本研究では、ビデオカメラで撮影した動画から抽出した画像を基に、SfM技術を用いて道路空間の点群データを生成し、品質を評価する手法を研究した。道路の端または歩道部を対象に、計測器を用いて歩けば、特徴のある道路では、点群データを構築できる可能性を示した。今後は、現場によって異なる特徴点の数や日照関係などを明らかにするとともに、広範囲のデータを生成して品質評価を統計的に行う。高精度で3次元データの構築が可能になれば、容易に道路空間の構造を把握できるため、道路の維持管理やバリアフリー設計に役立つであろう。

参考文献

- [1] 今村一紀, 佐田達典, 江守央: MMSによる3次元点群データを用いた道路構造物抽出に関する研究, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol. 71, No. 2, pp. I_106-I_113, 2015.
- [2] 江守央, 佐田達典, 今村一紀, 小川達也, 岩上弘明: 手押し台車型MMSを用いた歩道空間の計測に関する実験, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol. 71, No. 2, pp. II_86-II_91, 2015.
- [3] 国土交通省: 車両搭載センシング技術を活用した道路基盤地図データの収集実験の開始について, <<http://www.mlit.go.jp/common/001157623.pdf>>, 2019.1.10 確認
- [4] 窪田諭, 何啓源, 黄瀬勇太: ビデオカメラ映像を基にする道路空間の3次元データの生成, 第34回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, No. WE1-3, pp. 746-747, 2018.