

DI (高度外国人人材) による写真測量技術の実用化

(株) 建設 IoT 研究所 正会員 Jevica Elshafey Abdalrahman
 (株) 愛亀 正会員 黒河 洋吾
 可児建設(株) 正会員 ○可児 憲生
 (株) 環境風土テクノ 正会員 須田 清隆

1. はじめに

日本の中小建設業が導入している写真計測は、最も手頃な3次元計測方法であり、海外の現場でも適用できる技術と考える。特に東南アジアでは、道路インフラの損傷度は、地域経済への阻害要因にもあることから、適確で低コストでの測量技術が期待されています。本試行は、低価格なアクションカメラとオープンソースを活用して、誰でも容易に3次元計測を可能にし、道路メンテナンスへの適用を可能にし、地域道路の長寿命化を図ることを目的としており、海外への技術展開を可能にするものである。ここでは、実際に外国人技術者を活用して、一連の計測を実施するものであり、日本の技術の海外への移行を実現できればと国際協力が繋がると考える。本報告は、外国人技術者の視点で3次元計測技術の習得に関してまとめたものである。

2. 取組目的

本試行は、国土交通省のPRISM事業の一環として、土木工事における品質管理の向上にデータを活用することを目的として、画像と3Dデータを用いた道路被害調査を行うものです。

本試験の目的は、低価格な車載カメラで撮影したフレームを用いて写真測量で再現した点群や3次元再構築によって、道路損傷度合いの簡易手法である。道路補修の対象区間では、車内撮影に加え、歩道から徒歩で撮影した画像を用いて詳細な3Dモデルを作成するものである。

これまでの研究では、時速10km、時速20kmで走行する車に搭載した6台のカメラを用いてトンネルの3D再構築の検討を実施している(Elshafey, et al., 2020)結果は、良質の成果が得られなく、その原因として撮影した写真の低品質が問題と結論付けました。また、車速30kmで走行すると、後ろに車両が長蛇の列を作り、長時間の道路調査に実施することは不可能になったなどの課題が整理されている。今回の試行では、ハイスピードカメラ120フレーム/秒を採用し、車速を平均50~60km/hでの実用性を検証している。

3. 実施内容

車の上に取り付けられた2つのアクションカメラ(GoPro Hero 10)を使用して、4Kビデオで路面をキャプチャします。連続撮影速度120フレーム/秒。フレームレートの向上により、車が動いているときでも安定した高品質

の写真を抽出できることから正常運転毎時60キロでの撮影を可能にしている。



図1 撮影方法

ビデオは、オープンソースソフトウェア(FFmpeg)を使用して静止画フレームに抽出され、写真計測ソフトウェア(Agisoft Metashape Professional)で3D再構築を実施している。後処理と精度チェックのために、オープンソースソフトウェア(CloudCompare)が使用した。より詳細なモデルが必要な場合は、同じアクションカメラをポールに取り付けて道端から撮影し、上からより広いカバレッジをキャプチャすることができます(図1)。車から撮影した動画は10fpsで抽出し、ウォーキング撮影は1fpsで抽出している。

4. 実施現場

松山市国道196号線北条バイパスでは、車載カメラと様々な長さの歩行撮影による試行を実施した。精度は、数点の実際の測定とスケールリング後のモデルからの測定値を比較することによって確認された。



図2 車内撮影方式全長モデル(500m)

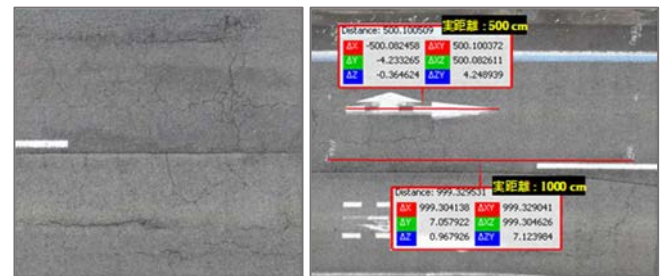


図3 車載撮影方式拡大モデルと精度

より詳細なモデルのために、約150メートルの小さな特定の領域での歩行撮影を通じて、継続的な写真測量調査が行われました。

キーワード 測定, 写真測定, 損傷調査, 道路維持管理
 連絡先 〒485-0023 愛知県小牧市5丁目711番地 (株) 可児建設 TEL 05-6877-5355



図 4 双方向歩行撮影方式全長モデル(150m)

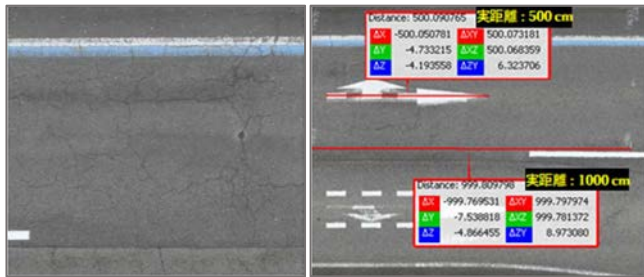


図 5 双方向歩行撮影方式拡大モデルと精度

また、撮影から道路の片側だけを撮影して、限られたエリアの3D再構築まで20分足らずでクイックサーベイを実施した。



図 6 片道歩行撮影法全長モデル(60m)



図 7 一方通行歩行撮影法拡大モデルと精度

5. 結果

図 2、延長 500m の道路を 3D 再構成したモデルである。道路損傷調査の視点では、モデルの上いくつかの欠損があるが、亀裂が明確に可視化されているので実用上には品質には問題ないと判断する。

使用されるフレーム数と処理時間の概要を表 1 に示します表。

表 1 モデル処理時間

撮影方法	車内撮影	両側歩行撮影	片道歩行撮影
長さ	500 m	150 m	60 m
写真番号	1694	873	82
撮影時間	4 分	10 分	2 分
データ処理	25 分	10 分	2 分
SfM	49 分	28 分	3 分
SfM 補正	55 分	20 分	5 分
MVS プロセス	1 時間 27 分	43 分	3 分
後処理	35 分	8 分	1 分
合計時間	4 時間 15 分	1 時間 59 分	16 分
100m 当り	51 分	1 時間 19 分	27 分
精度	≤ 1 cm	≤ 1 cm	≤ 1 cm

精度面では、すべてのケースで、1cm 以内の精度を示し高精度と判断できる。車内撮影は、100 当り 51 分と、

片側歩行撮影で 27 分と、一時間以内で処理できている点は評価できる。また、今回の試行と過年度の研究を比較した場合、精度的には、大幅に向上し実用性を高めたと判断できる。

表 2 前回の研究による精度向上

	撮影方法	フレームレート	精度
(Elshafey, et al., 2020)	車内撮影	時速 10 km	30 fps
		時速 30 km	30 fps
	本試行	時速 60 km	120 fps
(Elshafey, et al., 2020)	歩行撮影	30 fps	≈ 9 cm
		120 fps	< 1 cm

6. まとめ

- 一般的な道路被害調査は、車載写真測量により実施できると判断できるさらに
- より詳細に精度を求める場合歩行撮影の有効性が確認できた。
- 歩行撮影は、測定手順の簡易さから、路面調査以外に構造物などの調査にも適用できると考えられる。
- 本手法は、アクションカメラとソフトの組み合わせにより実現可能な技術であり、災害復興や国土復興にも役立つと考えられる。

7. 最後に

日本国の中小建設業が展開している ICT 技術は、その使用面での低価格、使いやすさなどの面で、海外の国土復興を進める国については、有益な道具になると考えます。日本の建設業が、改正労働基準法に見る時間外の上限法令の試行に伴い、特に中小企業は人材難が問題になり、DI として高度外国人材を活用することが、この人材難を克服する一助になる一方、後進諸国の技術者は、日本の持つ先進技術を学ぶ機会として捉えられると考えると、まさに国際協働の時代に突入したのではと思う次第です。また、今回の活動が国土交通省中部地整 DX 大賞奨励賞の受賞に繋がっています。



図 8 中部地整 DX 大賞奨励賞

参照

Elshafey, A., Suda, K., Urushidate, N., Kani, N., Jevica, Kanai, S., & Yokoyama, T. (2020). Photogrammetric approach for 3D modeling in dynamic sites. Japan Society of Civil Engineers 2020 Annual Meeting. JSCE.