

Raspberry Pi を利用した点群データ自動編集システムの開発

関東測量株式会社	正会員	○大橋	祥子
関東測量株式会社	正会員	小林	雅人
株式会社クリーンデータ		半谷	一晴
群馬工業高等専門学校	正会員	先村	律雄

1. 目的

現在, 施工段階において 3 次元データの計測は, 起工時と完成時の 2 回が一般的であるが, これを施工途中, 例えば週単位で実施できれば, 出来高の算出や進捗率の把握が容易になる. そのためには, 成果作成に最も時間を要している点群データ処理作業の生産性向上が必要である. そこで本研究は, Raspberry Pi を用いて計測と処理を並行しておこなう点群データ自動編集システムの開発をおこない, 実証試験をおこなった.

2. 開発概要

自動編集は図 1 の Raspberry Pi でおこなう. Raspberry Pi は, ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータで, Wi-fi と USB ポートを搭載し, OS は Debian 系の Linux OS, 開発言語は Python である. この開発環境上で, 計測した点群データの編集(間引作業)を 10 分以内でおこなうシステムを開発した. まず, スキャナー位置を座標原点として半径 50m の単円を設定し, その中を 0.5m 四方メッシュで区切り, 計測データを読み込む. 1 メッシュは 1 点のみの採用とし, 2 点目以降を読み込んだ場合は標高の低い方に置き換える. 処理完了後の最大点数は $200 \times 200 = 4$ 万点である. 編集前は約 500 万点で, データ容量を 99.2% まで圧縮できるため, 編集後のデータは Dropbox 経由で送信可能となる. 全ての処理が 10 分以内に終われば, 器械を次の基準点へ移動している間に自動編集が可能となる. ケース本体は, 現場での最少使用を想定し, スイッチを 2 つと, 処理状況確認の表示器を取り付けてある.



図 1 Raspberry Pi 3 Model B

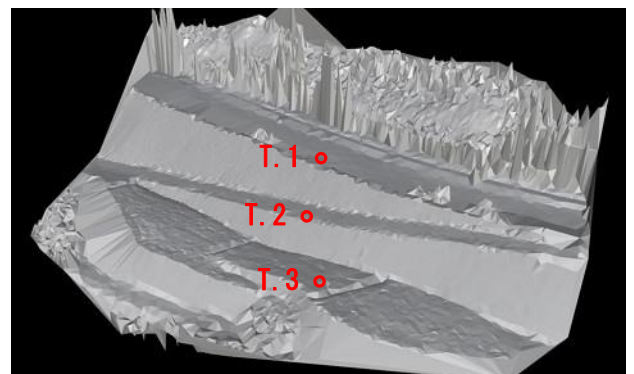


図 2 今回の方法で作成した TIN

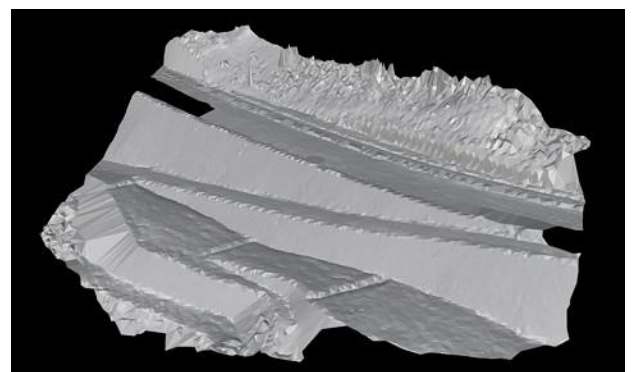


図 3 従来法で作成した TIN

3. 実証実験

群馬県安中市の道路工事現場で実証実験をおこなう. ここは本線, 法面, 副道からなる起伏のある地形である. 図 2 の 3 か所(T.1~T.3)に基準点を設置し, レーザースキャナーで計測をおこなう. まず, T.1 で計測をおこなった後, スキャナーを T.2 へ移動する間に, 計測データの入った SD カードを Raspberry Pi に差し込み, 自動処理プログラムを実行する. これを 3 か所おこない, 点群データから TIN メッシュを作成する. 今回, 同データを, 従来法で作成した TIN メッシュと比較する. 従来法は, 事務所に帰って技術者が手作業でおこなう. 点群の間引きメッシュサイズは出来形管理要領に従い 0.5m とした.

キーワード Raspberry Pi, 自動編集, 生産性向上, メッシュデータ, ノイズチェック, 点群データ

連絡先 〒371-0031 群馬県前橋市下小出町 3 丁目 2-7 関東測量株式会社 TEL 027-232-2111

4. 結果と考察

生成した TIN メッシュを 1m メッシュの点高法で、両者の差分を比較した。これをヒストグラムで表したものを図 4 に示す。この図から、数値の 90% が $\pm 3\text{cm}$ 以内に収まっていることが分かる。さらに、正負の偏りが少ないことから、出来高土量の算出にはほとんど影響しないと推測できる。また、差分をヒートマップで表した結果を図 5 に示す。従来法と比較して低い部分は青色、高い部分は赤色、差分の大きさは色の濃淡で表している。濃い赤になっている部分が 3 か所あるが、これは計測時に車が停車していたため、その点群が処理後もノイズとして残ったものである

(図 6)。従来の方法であれば、このノイズは技術者が手作業で削除するデータであるが、今回の方法では自動編集処理するため、TIN メッシュに残る。このノイズがどれだけ土量に影響するかを算出する。

従来法との差分が 0.1m 以上になっているメッシュをノイズとし、ノイズ部分の土量を算出する。差分が 0.1m 以上のデータは全部で 64 個あり、それぞれの差分 $\times 1\text{m}^2$ (メッシュのサイズ) で体積を算出すると、体積の合計値は 26m^3 となった。また、施工前の地形を想定した仮の TIN メッシュを作成し、全体の土砂掘削量を算出すると 2132m^3 となり、これと比較するとノイズ分は全体の 1.2% となった。

5. まとめ

実験結果から、以下の知見を得た。

- 1) 今回開発した自動編集システムは、現場計測とデータ処理を並行でおこなうことができた。
- 2) Raspberry Pi の持ち込みおよび操作が現場作業の妨げになることはなかった。
- 3) 今回の開発はノイズの影響を無視したが、さらに実験で確認したい。

参考文献

- 1) 先村律雄, 小林雅人, 大橋祥子, 大手一信: 草刈作業の省力化を目指す計測システムの研究: 応用測量論文集 28, pp. 11-21, 日本測量協会
- 2) 小林雅人, 柳澤守, 大橋祥子, 先村律雄: 3D モデリングの要素サイズが標高・土量計算に与える影響, 土木学会年次学術講演会公演概要集: Vol. 72, VI-751

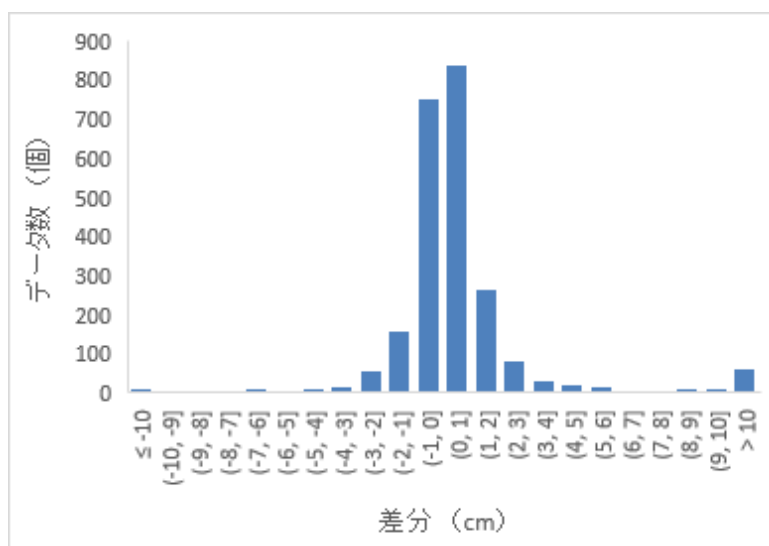


図 4 従来法との差分のヒストグラム

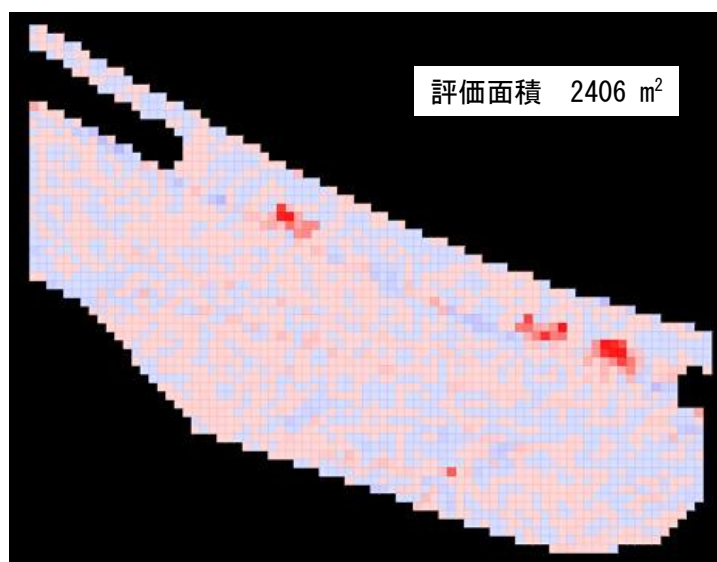


図 5 従来法との差分のヒートマップ

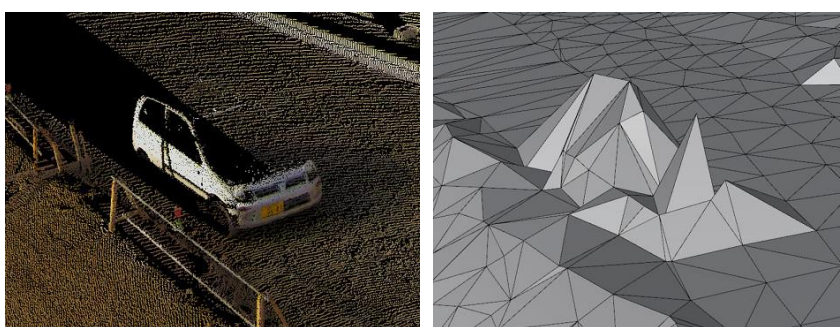


図 6 車によるノイズ