

地上型 LiDAR を用いた地盤標高データ作成

1140143 弘田 迪也

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

高木研究室では、高知県各地で地上型 LiDAR による地形測量を行っている。LiDAR は、高密度の三次元点群データを取得することが可能である。しかし、草木等の点群データも取得する為、地盤のみのデータを取得することが困難である。そこで本研究の目的は、高密度の三次元点群データから、簡易的に迅速に地形図を作成することである。目標精度は、簡易的地形図を考慮し、1m 程度とした。今回はグリッド変換、メディアンフィルター、ノイズフィルター、内挿フィルターの四つの画像処理手法を基に地盤標高データを作成した。66 点の検証データと比較した結果、1m 以内のデータ数は 48 点あり、全体の 72% が正解率という結果を得た。本手法を遺跡の存在する地域に適用したところ、草木が除外され遺構が明瞭に判る地盤データが作成出来た。

Key Words : 地上型 LiDAR, 画像処理, グリッド変換

1. はじめに

能を示す。

高木研究室では、高知県各地で地上型 LiDAR (Light Detection And Ranging) による地形測量を行っている。LiDAR は、計測対象物に対してレーザー光を照射し、計測対象物までの斜距離・水平距離・鉛直角を一定の間隔で広範囲に取得する。現在、地すべり観測・遺跡調査・地形測量などに LiDAR を使用している。LiDAR の利点は、高密度の 3 次元点群データを取得出来ることである。しかし、草木等の点群データも取得する為、地盤のみのデータを取得することが困難である。そこで本研究の目的は、高密度の点群データから、簡易的に迅速に地盤標高データのみを抽出し、地形図を作成することである。したがって取得した点群データより草木などの地盤以外の対象物を除去する方法を開発しなければならない。目標精度は、簡易的地形図を考慮し、1m 程度とした。



図 2.1 TOPCON 社製 GLS-1500

表 2.1 LiDAR の性能

有効計測距離	500m
計測視野	70° × 360°
計測精度	±4mm(150m以内)
計測密度	最大1mm(20m内)
最大測点数	100,000,000点
計測原理	Time of Flight法
レーザー波長	1535nm(近赤外域)

2. 使用機材・取得データ

(1) 使用機材

本研究で使用した LiDAR は、TOPCON 社製の GLS-1500 である。図 2.1 に LiDAR の外観、表 2.1 に性

(2) 取得データ

地上型 LiDAR により、2013 年 8 月 27 日に高知県香南市野市町東佐古地区で 3 ケ所から計測を行い、点群データを取得した。図 2.2 に計測状況図を示す。

3ヶ所から計測した点群データを一つのデータとして結合させるために、反射板を使用した。今回は対象地区内に反射板を8ヶ所設置した。そのうち三つの反射板は、近くに金属製の面があったため、LiDARで反射板の中心座標を取得する際、それがノイズとなり誤差が生じている可能性があった。そこで、それらを除く五つの反射板を用いて幾何変換を行い結合させた。その結果、幾何変換の精度は、1～2mmと十分な値であった。

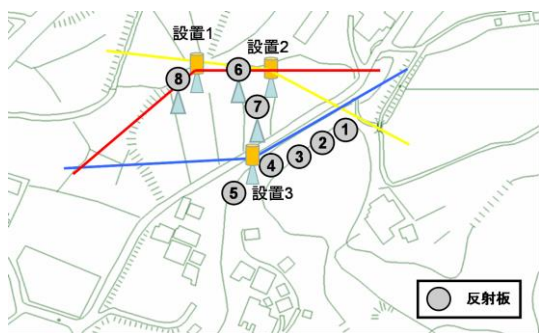


図 2.2 計測状況図

(3) 点群データの状況と画像処理手法

LiDARより、3ヶ所で取得した点群データは各点約150万点あり、全データでは約450万点あった。図2.3に点群データの取得状況図を示す。図2.4はある部分の点群データをX-Z軸座標上にプロットしたものである。図3.1より、地盤標高データを抽出するためには、Z座標の最小値を抽出することが有効であると認められる。

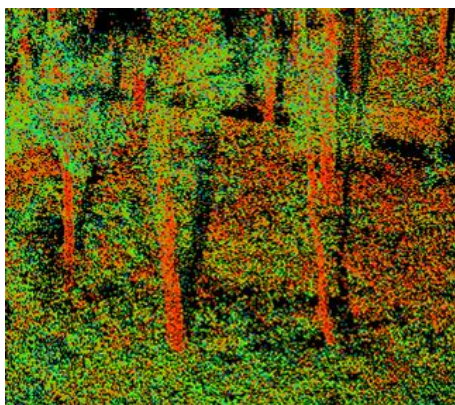


図 2.3 点群データの取得状況図

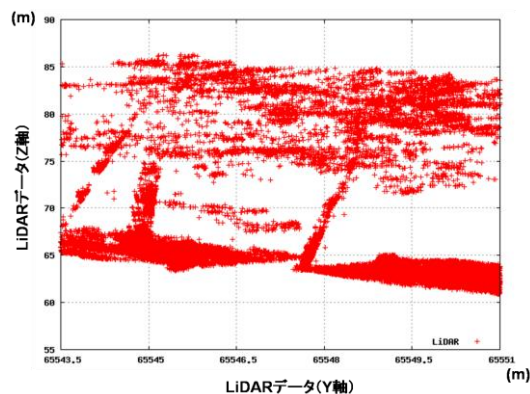


図 2.4 X-Z 軸座標上にプロットした点群データ

(4) 検証データ

トータルステーション（以後、TSと呼ぶ）を使用して検証データを作成した。TSは約1mmの精度で、プリズムの三次元座標で計測出来る。今回1.5mのポールプリズムを用い、110点の三次元座標を計測した。

3. 地盤標高データ抽出に利用する基本的な画像処理手法

LiDARで取得された点群データを抽出するため、グリッド変換、メディアンフィルター、ノイズ除去フィルター、内挿フィルターの四つの画像処理手法を適用した。

(1) グリッド変換

画像処理手法を適用するためには、まず点群データをグリッド変換しなければならない。今回はX-Y軸上でグリッドを作成する。グリッド内に含まれる点群データの中でZ座標の最小値をそのグリッドの代表値とする変換を行う。

(2) メディアンフィルター

3×3の九つのグリッドデータを昇り順に並び換え、中央値を選出させる。その値を3×3グリッドの中央グリッドの代表値として置き換える手法である。

(3) ノイズ除去フィルター

3×3の九つのグリッドデータの内、中央グリッドを対象にして行う。中央グリッドの値が周囲の値よりも1m以上大きければ草木が存在すると仮定し、中央グリッドデータを除去する。一方、1m以内であれば除去しないという手法である。

(4) 内挿フィルター

3×3の九つのグリッドデータの内、中央グリッドを対象にして行う。中央グリッドにデータが入っていない場合、周囲のデータの平均値を中央グリッドに置き換え内挿する手法である。

4. 地盤データ抽出の流れ

四つの画像処理手法を使用し、地盤標高データ作成を試みた。目標とする地盤標高データのグリッドサイズは50cmとした。図4.1に一次処理と二次処理の流れを示す。

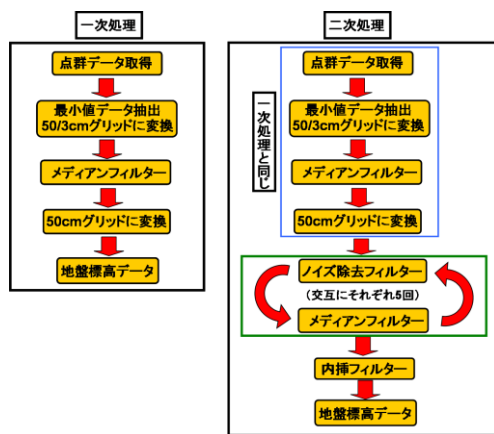


図 4.1 一次処理と二次処理の流れ

(1) 一次処理

50cmのグリッドサイズで最小値を代表とするグリッド変換を行った場合、斜面ではグリッドの中央の地盤標高データとならず、最下端のデータに置き換えられてしまう。これを防ぐために、まずグリッドサイズをさらに細かい16.7cmとして最小値を代表とするグリッド変換を行う。次にメディアンフィルターを使用しグリッド内の中央値を選出する。その後、50cmグリッドに変換した。(図4.1左図)

(2) 二次処理

一次処理で行ったグリッドデータにノイズ除去フィルターとメディアンフィルターを交互にそれぞれ5回実行する。その後、処理されていないグリッドに内挿フィルターを使用し、地盤標高データを作成した。(図4.1右図)

5. 結果

一次処理及び二次処理によりグリッド型の地盤標高データを作成した。検証には110点の検証データを使用する。なお、標高70m付近は尾根となっており、尾根より背後の場所をLiDARは計測できていない。従って標高70m以下の66点で検証を行った。図5.1に一次処理による標高データと検証点における誤差量を示す。LiDARによる標高データは、グリッド型で色により高さを表現している。色のないグリッドは、データが存在しない場所を示しており、一次処理だけではデータの欠落が多いことが解る。検証点における誤差量は、丸の大きさと色で示し、赤は検証点より高い値、青は低い値で表している。図5.2は検証点の標高値とLiDARによるグリッドデータの標高値を表したものである。グリッドデータには、検証点の値と比べ極端に大きいものが存在し、草木のデータが残っていると見られる。図5.3は、二次処理による標高データと検証点における誤差量である。二次処理によりデータの欠落は見られなくなった。図5.4の散布図を見ても、検証点と極端に異なるものは減少し、精度向上が見られた。図5.5に一次処理・二次処理によりできた標高データを用いて作成した鳥瞰図を示す。これを見ても二次処理によってノイズが大幅に減少したのが解る。

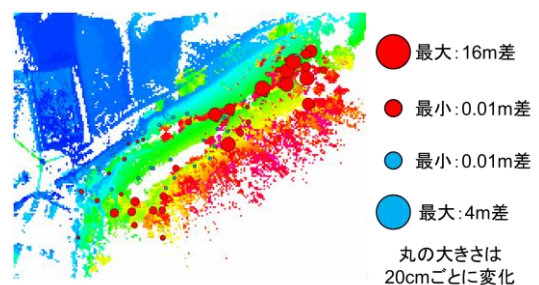


図 5.1 一次処理と検証データの誤差量散布図

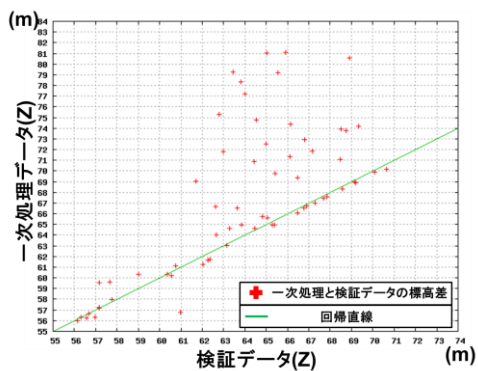


図 5.2 一次処理と検証データとの標高差グラフ

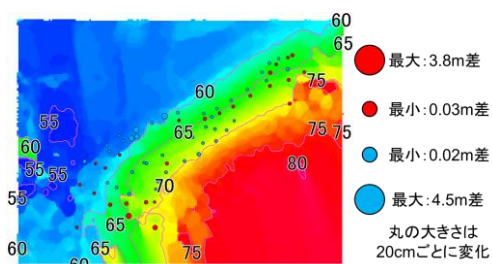


図 5.3 二次処理と検証データの誤差量散布図

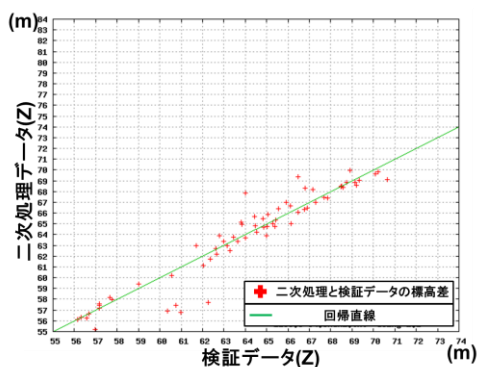


図 5.4 二次処理と検証データとの標高差グラフ

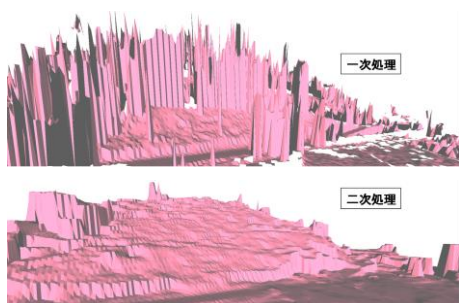


図 5.5 一次処理と二次処理の鳥瞰図

6. 遺跡測量への適用

この手法が他の地域でも適用するのを確認する

ため、高知県南国市里改田琴平山遺跡でも同じ手法を適用した。図 6.1 に遺跡の状況写真を示す。この遺跡は、第二次世界大戦当時、兵士が敵に見つからないよう移動する為に作られた溝である。図 6.2 に遺跡での一次処理と二次処理による鳥瞰図を示す。溝が綺麗に表現されている。



図 6.1 高知県琴平山遺跡の状況写真

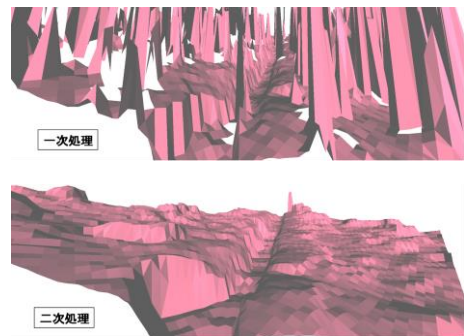


図 6.2 遺跡での一次処理と二次処理の鳥瞰図

7. 考察

高密度の 3 次元点群データから地盤標高データを作成するにあたり、四つの画像処理手法を使用し作成することが出来た。一次処理での精度は、検証データとの標高差 1m 以内のデータ数が 32 点あり、全体の 49%であった。二次処理では 48 点となり、全体の 72%であった。今後、画像処理手法の適用手順を変更することで今回の精度よりも優れた精度の標高データが作成可能か検討する必要がある。

参考文献

- 1) 高木 方隆：国土を測る技術の基礎
- 2) 高橋 勇太：高分解能衛星画像を用いた物部川下流域における土地被覆の変化抽出，高知工科大学 高木研究室，2012 年度