

航空レーザを用いた道路線形の計測手法に関する検討 Study on Measurement Method of Road Alignments using Airborne LIDAR

○棚橋知世¹, 佐田達典², 石坂哲宏²*Tomoyo Tanahashi¹, Tatsunori Sada², Tetsuhiro Ishizaka²

Abstract: To construct next generation's advanced vehicle navigation, it is necessary to do not only satellite positioning highly accurate, but also driving support according to road alignments. Therefore, modeling is required three dimensional profile of the road with high accuracy. Then, in this research, the Airborne LIDAR that is a new measurement technique is paid to attention and to consider whether modeling of road profile from point cloud is possible. As a result, it found that it is possible for estimate of road alignments to use point cloud of Airborne LIDAR.

1. はじめに

航空レーザ測量とは、近年話題になっている新しい測量手法である。活用分野としては、環境・防災事業がある。航空レーザ測量は、従来の測量手法とは違い、測量困難場所での測量が可能であり、さらには、作業人数の削減等現地作業の負担が少ないという利点がある。また、高精度、高密度なデータがデジタル形式で短時間かつ安価に取得できるため、近年急速に利用が広がっている。

本研究では、航空レーザ測量の交通分野への適用を考える。次世代の高度なカーナビゲーションを構築していくためには、衛星測位の高精度化に加え、道路線形に応じた運転支援を行うため、道路の3次元形状を高精度にモデル化することが求められる。そこで、航空レーザ測量の点群データを用いて道路形状を把握し、道路線形のパラメータ算出のモデル化を検討することを目的とする。

2. 航空レーザ測量とは

航空レーザ測量とは、航空機に搭載したレーザスキャナ (LS) から地上にレーザ光を照射し、地上から反射する光との時間差より得られる地上までの距離と、GPS, IMU から得られる航空機の位置情報より、地上の標高や地形の形状を精密に調べる新しい測量手法である。GPS, IMU, レーザ測距装置, デジタルビデオカメラ, ビデオカメラが航空機に搭載される。機能としては、建物や森林等の計測, 上空から広域を短時間に計測することが可能である。危険な箇所での測量が可能で、高精度・高密度なデータがデジタル形式で短時間かつ安価に取得できるため、経済効果も期待できる。

Table 1. Needs accuracy of a map^[1]

Level of map information	Standard deviation of level position	Standard deviation of altitude point	Standard deviation of contour line
250	within 0.12m	within 0.25m	within 0.5m
500	within 0.25m	within 0.25m	within 0.5m
1000	within 0.70m	within 0.33m	within 0.5m
2500	within 1.75m	within 0.66m	within 1.0m
5000	within 3.5m	within 1.66m	within 2.5m
10000	within 7.0m	within 3.33m	within 5.0m

3. 地図の要求精度

数値地形図データの位置精度及び地図情報レベルを Table 1 に示す。地図情報レベルが 10000 (縮尺 1/10000) の場合、水平位置の標準偏差は 7.0m 以内、標高点の標準偏差は 3.33m 以内であるので、航空レーザ測量の位置精度である $(X, Y, Z) = (0.30, 0.39, 0.15)[m]$ ²⁾ と比較すると後者の精度が良いと言える。さらに、カーナビゲーションは国土地理院の 1/25000 の地形図を基に作成している^[3]ので、位置精度の標準偏差は高い値になっていると考えられる。カーブなどの曲線の表現に関しては、ノードとノードを結び補間しているため近似表現であり、正確な形状は表現していない。また、地図データの中にはリンク長や幅員等の平面的な構造データはあるものの、高さ情報を必要とする勾配は無い^[3]。そこで、本研究では航空レーザ測量を使用し、2次元 (平面) ではなく、高さ情報を含む 3次元形状をモデル化していく。

4. 点群データの特徴

ここでは、航空レーザ測量の点群データが今後の研究に使用できるのかを検討していく。なお、本研究で用いる航空レーザ測量の点群データは、株式会社パスコより提供していただいた都道 123 号境調布線 (東京都三鷹市大沢) とする。点群の間隔は高度 1000m から計測で 0.22m である。

1 : 日本理工・院・交通 2 : 日大理工・教員・交通

(1) 幅員計測

道路の一部を抽出し、専用ソフトにて点と点を選択し、2点間の距離を幅員として計測したものを **Figure 1** に示す。

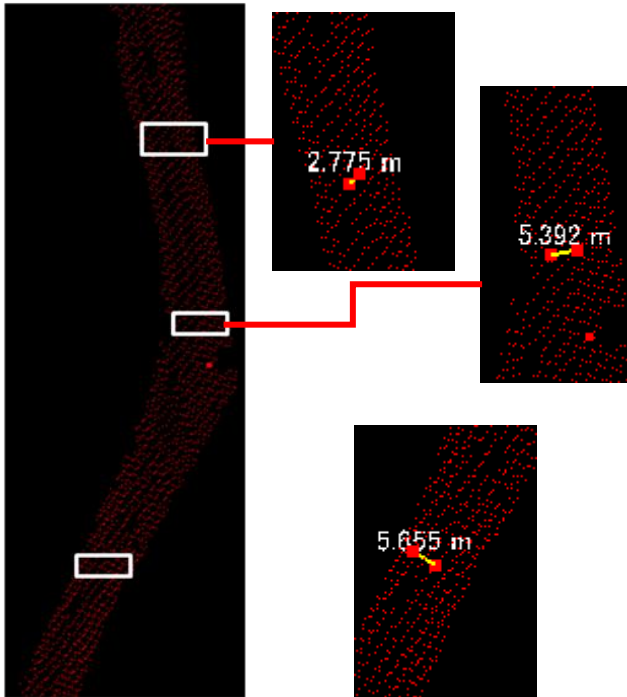


Figure 1. Measured width of a road

(2) 勾配計測

道路の一部を抽出し、幅 3m の横断面図として作成したものを **Figure 2** に示す。

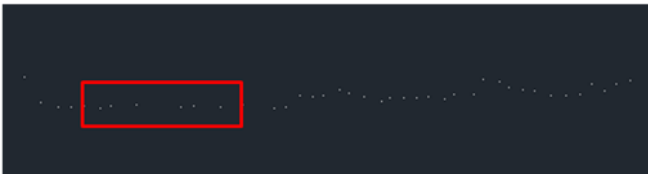


Figure 2. Figure of lateral (3m wide)

点群データの中には、点が密な箇所と欠落している箇所(赤線部分)がある。点の幅(高さ)は0.05~0.3mで、点の間隔(横)は0.004~0.9mである。

以上(1),(2)より、航空レーザ測量の点群データは、精度と密度を考慮すると、道路の線形推定に使用できる可能性があるということが明らかになった。

5. 反射強度によるフィルタリング

車道空間を抽出するために、反射強度データを用いる。

(1) 反射強度データとは

航空レーザ測量より得られるデータの一つである。横断歩道やセンターライン等の反射率の高いペイント部分は白く明瞭に再現され、反射率の低いアスファルト部分は暗く再現される。

(2) 反射強度データの使用用途

路面の白線を抽出することにより、道路線形を正確に知る。また座標情報(CSV)を使用し、最小二乗法を用いて道路線形パラメータを算出する。

6. 高さ情報によるフィルタリング

モデル構築をする先立ち、高さ(Z方向)を除去した場合を例として順序を示す。

- ①専用ソフトからテキスト形式で点群データの座標情報(CSV)を算出する
- ②エクセル上でZ座標の高い値は除去
- ③Z座標を除去したデータを専用ソフトにインポートし、データを再び表示させる
- ④樹木等の高い付帯物が除去される(**Figure 4**)

なお、高さ除去前のデータは **Figure 3** である。

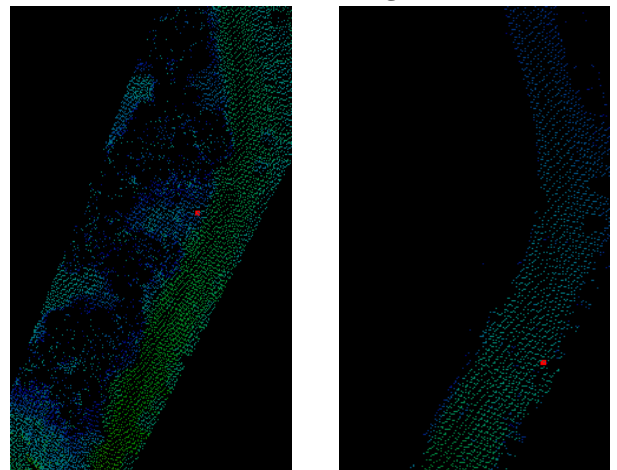


Figure 3. Before transaction Figure 4. After transaction

7. まとめと今後の予定

本研究では、航空レーザ測量の点群データを用いて道路形状を把握し、道路線形のパラメータ算出モデル化の検討を行った。道路の線形推定に点群データの使用は可能であるということが明らかになった。今後は、フィルタリング後の点群データを使用し、曲線や勾配等の道路構造のパラメータを算出していく。

8. 参考文献

- [1] 社団法人日本測量協会:「公共測量作業規程の準則」, 2011年4月
- [2] 杉森啓明:「細密地形データによる丘陵地の流出解析-3次元空間情報の構築と応用-」, 空間情報科学研究センター第4回シンポジウム
http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/japanese/research_activities/symposium/4th/sugimori/index.htm
- [3] 財団法人日本デジタル道路地図協会: <http://www.drm.jp/>

謝辞 今回データ提供にご協力いただいた株式会社パスコの三島研二様、宮作尚宏様、塩谷雄太様に厚く御礼申し上げます。