

# MMS 点群データの密度に依存しない道路図化情報取得手法

花田 吏, 曾 鑑, 荒木 俊輔, 研崎 賢一

## Road Drawing Data Detection Method without Depending on Density of Mobile Mapping System Point Clouds

Tsukasa HANADA, Xin ZENG, Shunsuke ARAKI and Ken'ichi KAKIZAKI

**Abstract:** : In the present paper, we show a method detecting boundary lines of street, street trees, street lamps, and other terrestrial objects automatically for making the road drawing from three dimensional point clouds collected by a mobile mapping system (MMS). Our method is implemented if points of the object we require are not enough because the clouds have a low density depending on the laser scanner equipped with the MMS. We show the effectiveness of our method by using for the clouds which don't have points enough to represent the object we require.

**Keywords:** MMS(mobile mapping system), 三次元点群(three-dimensional point clouds), ハフ変換(hough transform), 道路境界線(boundary line of street), 図面化(drawing)

### 1.はじめに

新世代の測量方法として注目されている Mobile Mapping System(MMS) [1]は, 車載のレーザースキャナやカメラ, GPSなどを用いて, 走行しながら広範囲にわたる道路とその周辺の三次元点群や画像などの情報を, 従来の人の手による測量方法と比べて短時間, 低コストで収集できる. しかしながら, 多くの業務で成果物として求められるのは, 生の点群データではなく平面図や縦断図といった旧来からの二次元的な図面であるため, MMS によるデータ群をそのまま用いることはできない.

このため MMS データ群から二次元図面を作成する仕組みが必要となる. このような要求に応えるた

花田 吏 〒820-8502 福岡県飯塚市川津 680-4

九州工業大学大学院情報工学府情報創成工学専攻

Phone : 0948-29-7654

E-mail : hanada@macross.cse.kyutech.ac.jp

め, 我々は MMS 点群データからの図化データ抽出及び二次元的な図面の作成法に関する研究を行っている. 本稿では使用するレーザースキャナによって密度の異なる MMS 点群データに対応するため, 点群の密度が図面化に必要な道路境界や街灯などの地物の情報を取得する手法について報告する.

### 2.道路図化情報

道路台帳附図など様々な図面で必要とされる以下の道路情報に着目する.

**道路境界** : 縁石などの段差によって区切られた車道と歩道の境界線

**地物** : 道路上の街灯や街路樹などの地物位置情報

**架空電線** : 架空電線の電線路

### 3.MMS データを用いた道路図化情報取得

本章では 2 章で示した道路図化情報を取得する

手法を示す。

### 3.1 道路境界線の取得

#### 3.1.1 道路境界の分析

我々は文献[2]において、点群の密度及び高さの分散を用いて道路境界の候補点群を抽出し、その点群に対して Hough 変換[3]を行い道路境界線を取得する手法を示した。しかし、道路境界の点を用いた手法であるため、以下に示す条件を満す必要がある。

- 道路境界の段差面に点が存在すること。
    - ◆ MMS による点群の取得において、レーザー接地面隔よりも段差が低ければ、点が取得されない場合がある。
  - 境界に十分な数の点が存在すること。
    - ◆ 段差の候補点の抽出のために、パラメータを状況に応じて変更する必要がある。
- そこで必ずしも十分な数が得られない段差部分の点群を用いて道路境界を求めるのではなく、その段差を構成する周辺の点群を積極的に用いて境界を求める手法を考える。

図 1(a)に道路境界付近の点群を真上から俯瞰した図を示す。段差に点が複数存在するので、他の領域と比べると若干点が濃く表示されている。文献[2]の手法ではこれらの点群を用いて道路境界線の取得を行っている。図 1(a)に示す矩形領域の点群の高さのヒストグラムを求め、その結果を図 1(b)に示す。4.47m 及び 4.57m の高さで 2 つのピークが存在することを確認できる。これは同一平面である歩道面や車道面の点が多く取得されているためにピークを作り、高さの異なる面であるために二つのピークが現れることを示している。つまり図 1(b)の 4.47m のピークは車道面を、4.57m のピークは歩道面の点によるものである。歩道面及び車道面の点群を含む小領域には、以下のような特徴がある。

- 高さのヒストグラムで二つのピークが表れる
  - ◆ 高さの高いピークに属する点群は歩道面の点群、高さの低いピークに属する点群は車道面の点群である

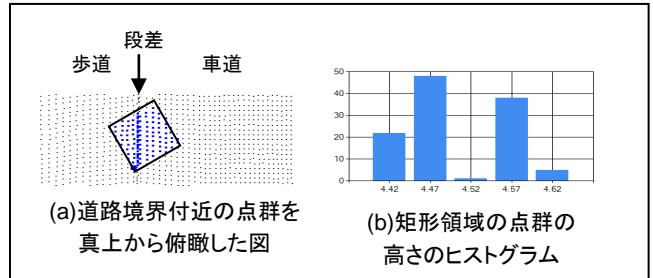


図 1 境界付近の点群と高さのヒストグラム

このような特徴を用いれば、道路境界の段差部分に点が存在しなくても、車道面と歩道面の点群を容易に特定できる。そしてそれぞれの領域が接する境界を求めれば、道路境界がわかる。また、狭い領域である道路境界の点群と比較して、広い領域をもつ車道面及び歩道面の点群は多くなるので、道路境界の点群を用いる手法よりも安定して道路境界線を取得できると期待できる。

#### 3.1.2 道路境界線の取得手法

以上の分析に基づき、候補領域の決定、車道面と歩道面の近接する境界線の取得、道路境界線の取得の三つの段階により道路境界線を取得する。

- 候補領域の決定
  1. 点の存在する空間を水平方向に領域分割
  2. 各領域内の高さのヒストグラムを作成
  3. ヒストグラムに閾値以上の間隔を空け二つのピークが存在すれば次の処理へ移行
- 車道面と歩道面の近接する境界線の取得
  1. 片方のピークに属する点群から一点選択

し、もう一方から二点間の水平距離が最小となるような点を探索

2. 二点間の水平距離が閾値以下ならば、二点は車道端、歩道端の点であると記録
3. 選択した二点を除きまだ未調査の点があれば手順 1 へ戻る
4. 車道端及び歩道端の点群を抽出
5. 取得した点群に対して Hough 変換により車道面、歩道面の近接する境界線を取得

手順 2 の閾値は、レーザースキャナから段差までの距離に依存する。上記の手法の結果を図 2 に示す。図 2 中の実線が、取得した車道面、歩道面の境界線である。しかし、車道の端、歩道の端の点が計測されていないため、二つの境界線は傾きがほぼ等しいが水平方向の位置がずれている。これは点群の密度が小さいほど顕著になる。この問題に対処するため、車道面、歩道面の境界線を取得する際の Hough 変換のパラメータから道路境界線を推定する。直線を取得する際の Hough 変換のパラメータとは、取得する直線が軸と成す角及び原点から取得する直線に下ろした垂線の長さである。二つのパラメータを用いて、以下のように道路境界線を推定する。

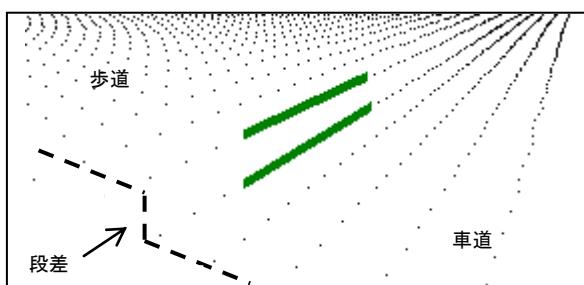


図 2 車道面、歩道面の境界線

### ● 道路境界線の取得

車道面、歩道面それぞれの境界線を与える二つのパラメータの平均値を求め、それを道路境界線を与えるパラメータであると推定する。

上記の手法の結果を図 3 に示す。車道と歩道に

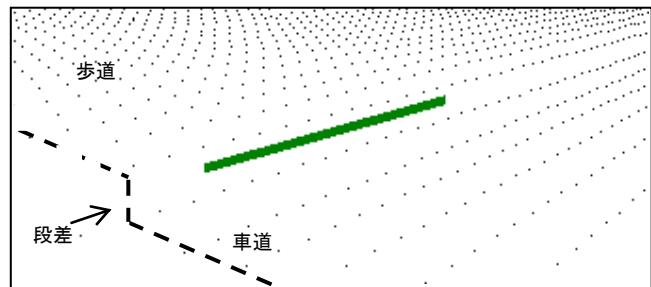


図 3 道路境界線取得結果

よる段差に点が存在しない場合でも、道路境界線を取得できていることを確認できる。

図 4 は道路境界の段差部分に点が存在する場合に同様の手法を用いて道路境界線を取得した結果である。得た道路境界線と実際の段差部分の点群との距離の平均を計算すると、その値は 3cm 程度であった。これは、MMS 点群データが持つ絶対誤差 10cm よりも小さい値であるため、試作システムにより確からしい直線が取得できているといえる。

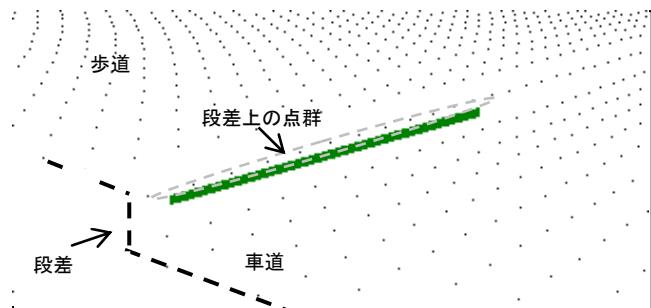


図 4 段差部分の点がある場合の道路境界線

### 3.2 地物の取得

街灯などの円柱形の地物の位置情報は、円の Hough 変換により取得できる。道路境界とは異なり地物はある程度の高さがあるため、MMS 点群データの密度が小さくても候補点群を抽出し易い、点群の密度に影響されにくい手法である。以下の手法により円柱形の地物の位置情報を取得する。

1. 道路面や植え込みなどの道路地物を取り除くため、路面から 1m 以上の高さの点群を抽出
2. その点群から高さ方向に幅をもたせて異なる標高で切り出す

3. それぞれの点群に対して Hough 変換を実施
4. 変換回数の半分以上で検出された円の中心を円柱形の地物の中心として取得

しかし、この手法だけでは地物の種類を判別できない。そこで円柱形の地物の点群の次の特徴に注目する。電線が接続されている電柱や道路標識のような円柱形の地物は、円柱形のポールの周囲に電線や標識を表す点が分布する。街路樹は、円柱形の幹の周囲に枝葉を表す点が分布する。

### 3.3.1 街路樹の取得

前述の特徴を用いて以下の手法により、街路樹を判別する。

1. 円の中心から円の半径よりも外側かつ 50cm 以内、路面から高さ 2m 以上の点群を抽出
2. 抽出した点群に対して Hough 変換を行い複数の直線を取得
3. 取得した直線の傾きのヒストグラムを作成し直線の傾きが弱い強度でかつ広く分布しているれば街路樹であると判断

### 3.3.2 架空電線の取得

架空電線の取得は、レーザーで十分な点群が取得できることが前提となるが、レーザースキャナの性能の向上により、架空電線も点群として取得可能になってきている。

道路を横断するような架空電線については 6m 以上、その他の場所については 5m 以上の高さに敷設することが経済産業省により定められている[4]。

以下の手順により架空電線の情報を取得する。

1. 道路面からの高さが 5m 以上の点群のみを抽出
2. 抽出点に対し水平面の Hough 変換を行い直線を取得

道路面から 5m 以上の高さの空間には、架空電線の他に建築物や街路樹などが含まれる。そのため Hough 変換によって取得する直線には上記のような架空電線以外の道路地物によるものが含まれる。

架空電線の特徴を用いて以下の手法により架空電線を抽出する。

1. 検出された直線を短い領域に分割し、各分割領域での点の高さ方向の分散を求める。ほとんどの領域で分散値が高い直線は、壁面などとして除去
2. 直線の近くに電柱として識別される地物が一本以上含まれるものを架空電線として抽出
3. 上記以外の直線を架空電線の候補として抽出

## 4.おわりに

本稿では、MMS 点群データの密度によらず道路図化情報を取得する手法について述べた。また、密度の低い MMS 点群データに対して提案手法を用いることで、本手法の有効性を確認した。

## 参考文献

- [1] K. Ishikawa, J. Takiguchi, Y. Amano and T. Hashizume, “A Mobile Mapping System for road data capture based on 3D road model”, Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Control Applications, pp. 638-643, 2006.
- [2] 花田 吏, 荒木 俊輔, 砧崎 賢一, “MMS データを用いた歩行空間情報取得手法”, 地理情報システム学会 講演論文集 Vol. 20, F-4 データ取得(1)-3, 2011.
- [3] R. O. Duda and P. E. Hart, “Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures”, Comm. ACM, Vol. 15, pp. 11-15, 1972.
- [4] 経済産業省, “電気設備の技術基準の解釈”, <http://www.nisa.meti.go.jp/oshirase/2011/07/230701-2-2.pdf>, (最終閲覧: 2012/07/31)