

## (30) 3次元点群データを用いた 信号機の灯具抽出に関する研究

今村 一紀<sup>1</sup>・佐田 達典<sup>2</sup>・江守 央<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: cska14004@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: sada.tatsunori@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 日本大学助教 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: emori.hisashi@nihon-u.ac.jp

自動車の自動運転システムに関する開発の一つである地図情報高度化において扱われる道路周辺構造物に含まれることが予想される信号機(灯具)の位置情報の抽出方法について検討を行った。交差点において取得した3次元点群データに、反射強度値、RGB平均値、高さ情報に閾値を与え、それを組み合わせることで抽出することを検討した。閾値決定用に2箇所の交差点の信号機灯具及び、信号機と同等の高さに存在する構造物の反射強度値、RGB平均値を分析し、閾値を決定した。高さ情報の閾値については交差点中心の標高に信号機灯具の設置高である4.7~5mを加えたものを用いた。抽出した結果、RGB平均値と高さ情報を組み合わせ抽出した場合、対象物の抽出率、不要物の除去率とも良好な結果となった。

**Key Words :** Mobile Mapping System, point cloud data, autonomous car, traffic light

### 1. はじめに

平成25年に閣議決定された「世界最先端IT国家創造宣言」<sup>1)</sup>によると、2020年代中には完全自動走行システム(加速・操舵・制動を全てドライバー以外が行い、ドライバーが全く運転に関与しないもの)の市場化が目標とされている。そのため、自動走行システムに関する開発が行われているが、その一つとして、地図情報高度化(グローバルダイナミックマップ: 交通管理情報情報や交通状況、道路周辺構造物等の位置情報などの情報を統合し地図データベース化したもの)が挙げられている。自動走行システムにはステレオカメラやミリ波レーダー等のセンサ類やGPS受信機等が搭載されているが、悪天候時や電波遮蔽環境下での使用が困難である。そこで、グローバルダイナミックマップに組み込まれる情報の一つである道路周辺構造物の位置情報を用いて自車位置や進路の補正を行うことが提唱されている<sup>3)</sup>(図-1)。本研究では、道路周辺構造物の位置情報に使用されることが想定される構造物として白線や信号機灯具等を抽出する手法を検討しているが、本稿では、信号機の灯具の位置情報を扱う。

船戸らの研究<sup>4)</sup>では、反射強度値、RGB平均値を用い

て構造物の抽出が行われているが、本研究ではさらに高さ情報も用いて抽出する手法を検討した。

### 2. 交差点における3次元点群データの取得

2014年8月25日に千葉県船橋市習志野台周辺の12箇所の交差点(うち7箇所に信号機あり)においてMMS(モバイルマッピングシステム、図-1)を走行させ、道路周辺構造物の3次元点群データを取得した。MMSはTrimble社製のMX8を使用した。



図-1 モバイルマッピングシステム (MX8)

### 3. 抽出方法の検討

本研究では、反射強度値、RGB平均値、高さ情報に閾値を与え、組み合わせること道路部のみをトリミングした交差点の点群データから信号機灯具の抽出を行った。反射強度値とRGB平均値の閾値は、閾値設定用に2箇所の交差点を用いて、信号機灯具と接続する支柱、灯具と同等の高さにある植栽や電線のサンプルを抽出し反射強度値、RGB平均値を分析することで決定した。表-1、図-2、図-3に抽出したサンプルの分析結果の箱髭図を示す。信号機灯具の抽出は、検証用5箇所のデータで行った。

#### (1) 反射強度値（0～255）の閾値の決定

図-1より、反射強度値の箱（第1四分位数から第3四分位数）の値は、信号機灯具が40～90、接続する支柱が70～110、電線が20～50、植栽が65～85であった。

したがって、反射強度値の閾値は箱が重複していない値である50～70とした。

#### (2) RGB平均値（0～255）の閾値の決定

図-2より、RGB平均値の箱（第1四分位数から第3四分位数）の値は、信号機灯具が55～170、接続する支柱が110～245、電線が215～250、植栽が30～60であった。

したがって、RGB平均値の閾値は箱が重複していない値である60～105とした。

#### (3) 高さ情報の閾値の決定

高さ情報の閾値は、対象の交差点の中心部の標高に、信号機の灯具の設置高さである4.7～5mを加え、さらに1mほどの余裕をとった値とした。

### 4. 抽出結果(反射強度値+RGB平均値+高さ情報)

反射強度値、RGB平均値、高さ情報に閾値を与えて抽出を行った結果の一例を図-4、図-5に示す。

図-5を見ると、微かに信号機灯具の点群が確認できるが、不鮮明な抽出結果となってしまった。以上の結果から、RGB値それぞれの値に閾値を与えることによる抽出と、抽出に使用する情報（反射強度値、RGB平均値、高さ情報）の組み合わせを変えての抽出を検討した。

表-1 サンプル点群の点数

| 点数   | 灯具     | 支柱     | 電線     | 植栽     |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 交差点6 | 16,829 | 6,740  | 6,626  | 6,685  |
| 交差点8 | 12,292 | 4,271  | 4,113  | 4,251  |
| 合計   | 29,121 | 11,011 | 10,739 | 10,936 |

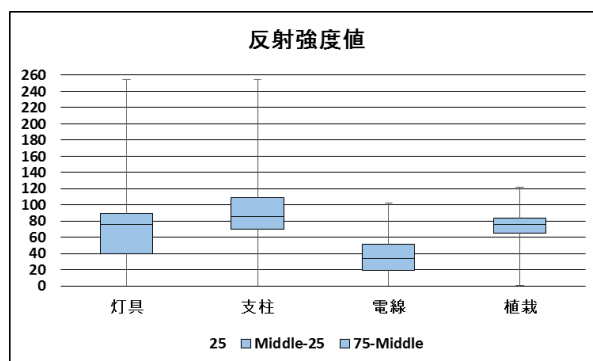


図-2 反射強度値の分布（箱髭図）

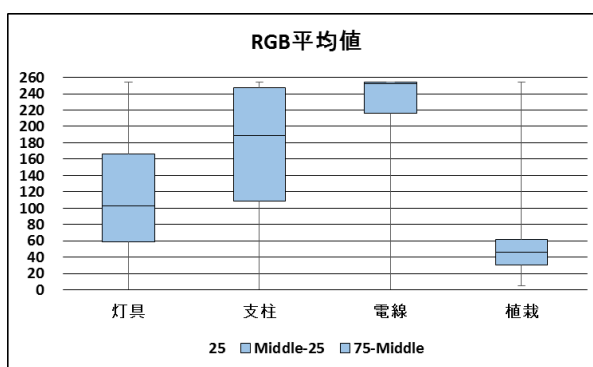


図-3 RGB平均値の分布（箱髭図）



図-4 抽出前



図-5 抽出後（反射強度値+RGB平均値+高さ情報）

## 5. RGB値の分析と抽出条件の検討

図-6、図-7、図-8にサンプルのRGB値の箱髭図を示す。

RGB値それぞれの値に大きな違いが見られなかったため、RGB平均値の閾値を緩和し、信号機灯具の値の箱がカバーできる55~160とした。また、抽出に使用する情報の組み合わせを、反射強度値+高さ情報、RGB平均値+高さ情報の2パターン設定し、信号機灯具の抽出状況を比較した。

## 6. 抽出結果

### (1) 反射強度値+高さ情報

反射強度値+高さ情報を用いて信号機の抽出を行った

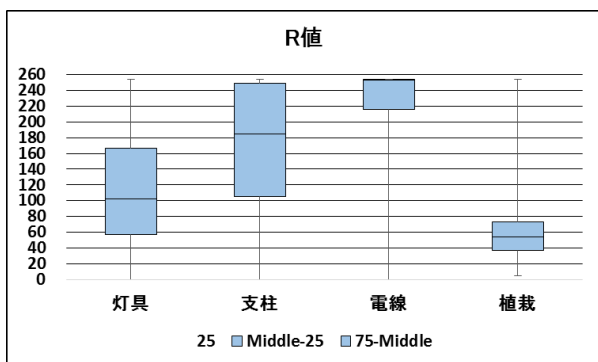


図-6 R値の分布

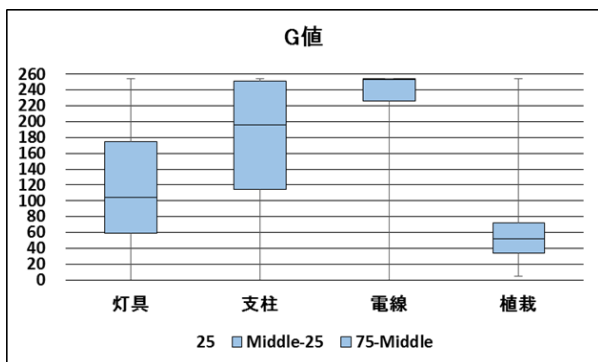


図-7 G値の分布

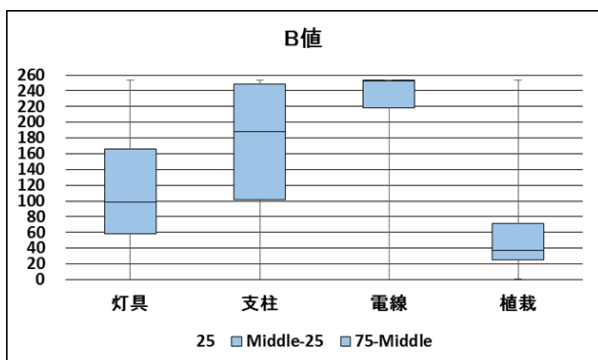


図-8 B値の分布

結果の一例を図-9、図-10に示す。

信号機灯具の形状が判別できるレベルでの抽出ができていたといえる。しかし、信号機灯具と同等の高さに存在する電線が残ってしまっている。

### (2) RGB平均値+高さ情報

RGB平均値+高さ情報を用いて信号機の抽出を行った結果の一例を図-9、図-11に示す。

反射強度値+高さ情報で抽出を行った場合と比べて、電線を除去できており、接続する支柱が残ってしまっているものの、信号機灯具をよりはっきりと抽出することができている。

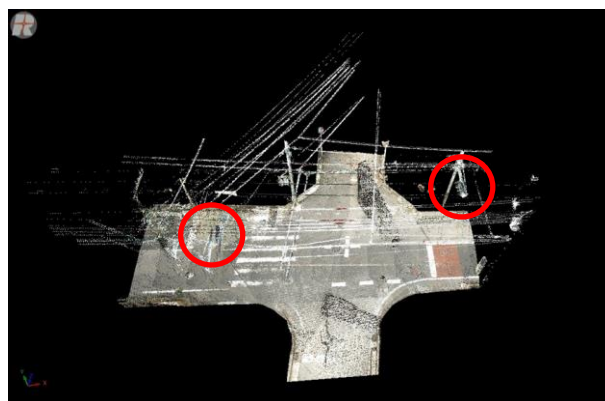


図-9 抽出前

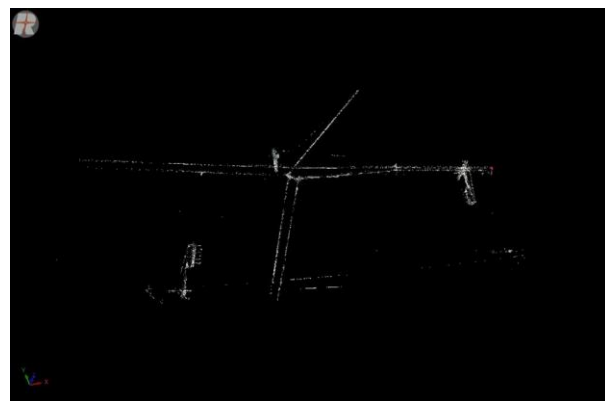


図-10 抽出後（反射強度値+高さ情報）



図-11 抽出後（RGB平均値+高さ情報）

表-2 抽出率（反射強度値+高さ情報）

| 交差点     | 1      | 2     | 7      | 9      | 10     |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 抽出前(信号) | 14,202 | 8,119 | 23,995 | 38,129 | 47,809 |
| 抽出後     | 1,214  | 770   | 5,221  | 3,899  | 3,448  |
| 抽出率     | 8.5%   | 9.5%  | 21.8%  | 10.2%  | 7.2%   |

表-3 抽出率（RGB平均値+高さ情報）

| 交差点     | 1      | 2     | 7      | 9      | 10     |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 抽出前(信号) | 14,202 | 8,119 | 23,995 | 38,129 | 47,809 |
| 抽出後     | 5,744  | 3,173 | 7,491  | 20,308 | 22,201 |
| 抽出率     | 40.4%  | 39.1% | 31.2%  | 53.3%  | 46.4%  |

表-4 除去率（反射強度値+高さ情報）

| 交差点 | 1       | 2       | 7      | 9       | 10      |
|-----|---------|---------|--------|---------|---------|
| 抽出前 | 391,537 | 136,549 | 77,521 | 208,001 | 306,271 |
| 抽出後 | 24,892  | 4,318   | 3,959  | 9,721   | 7,404   |
| 除去率 | 93.6%   | 96.8%   | 94.9%  | 95.3%   | 97.6%   |

表-5 除去率（RGB平均値+高さ情報）

| 交差点 | 1       | 2       | 7      | 9       | 10      |
|-----|---------|---------|--------|---------|---------|
| 抽出前 | 391,537 | 136,549 | 77,521 | 208,001 | 306,271 |
| 抽出後 | 14,807  | 2,191   | 2,791  | 7,280   | 7,441   |
| 除去率 | 96.2%   | 98.4%   | 96.4%  | 96.5%   | 97.6%   |

### (3) 勾配による影響について

検証用に用いた交差点のうち1箇所では信号機灯具が1台抽出できていない事例があったが、抽出できていない信号機は勾配が急に变化している箇所に設置されていることがわかった。今後は路面から一定の高さの箇所を抽出できる手法を検討する必要がある。

## 7. 信号機灯具の抽出率と不要物の除去率

抽出前と抽出後のデータを比較し、信号機灯具の抽出率と不要物（道路面を除く）の除去率を算出したものを表-2、表-3、表-4、表-5に示す。

### (1) 抽出率による評価

反射強度値+高さ情報で抽出した場合、抽出率が概ね10%前後であるに対し、RGB平均値+高さ情報で抽出した場合、40%前後であった。したがって、RGB平均値+高さ情報で抽出を行う方が、信号機灯具の抽出に適していると考えられる。

### (2) 除去率による評価

両手法とも概ね90%以上の除去率となっており、不要な構造物はほぼ除去できている。若干ではあるが、RGB平均値+高さ情報で抽出した場合の方が除去率が良好であった。

## 8. おわりに

本稿では、交差点の3次元点群データから信号機灯具を抽出する方法を検討した。信号機灯具の位置情報は、信号の現示が変わる際に車両が停止線で停止できるように適切な制動を行う指標として活用できると考えられる。

今後は、勾配の変化に対応した手法として、道路面から一定の高さの箇所を抽出する手法を検討する予定である。また、抽出した点群データを用いた位置情報のデータベース化や、点群の自動抽出も検討する。

謝辞：計測実験にご協力いただいた株式会社ニコン・トリンブルの金綱淳次様に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 内閣府：世界最先端IT 国家創造宣言について、  
<[www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/.../siryu1.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/.../siryu1.pdf)>,  
(入手 2014.6.13).
- 2) 内閣府、政策統括官：SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）自動走行システム研究開発計画、  
<[http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6\\_jidousoukou.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf)>,(入手 2014.6.13).
- 3) 株式会社ゼンリン：事業紹介、ITS 事業、  
<<http://www.zenrin.co.jp/company/business/its.html>>,  
(入手 2014.6.20) .
- 4) 船戸智也, 佐田達典：モバイルマッピングシステムを用いた道路構造物データの抽出方法に関する研究：応用測量論文集 23, pp.68-79, 2012, (入手 2014.7.3).