

## 一般道路における点群を用いた機械学習による白線抽出手法の検討

## Examination of White Line Extraction Method by Machine Learning Using Point Cloud Data on Road

○岡島正哲<sup>1</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>, 江守央<sup>2</sup>\*Masaaki Okajima<sup>1</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>, Hisashi Emori<sup>2</sup>

Abstract: In recent years, companies have been developing and researching to realize autonomous driving. Efficient processing is necessary to consider the practical application of dynamic maps. Therefore, the purpose of this study is to investigate an algorithm that performs extracts a continuous line on the white line from feature values of point cloud data by machine learning. Methods of this study are consist of creating teacher data and performing machine learning. As a result, it is possible to extract the white line except the deteriorated part.

## 1. はじめに

近年、自動運転の実現に向けて、世界の様々な会社が開発、研究を進めている。自動運転では、車両に搭載されたセンサによる周辺環境認識と、ダイナミックマップ（高度デジタル地図）による高精度な自車位置推定により、信頼性を高めている。

ダイナミックマップに含まれる情報である車線、道路地物などは、MMS（Mobile Mapping System）にて計測した3次元点群データを処理している。しかし、点群データは容量が大きいことに加え、ダイナミックマップは1ヶ月に1度以上の更新が求められている。今後の運用を考えれば、処理の効率化が不可欠である。

また現在、高速道路など特定区間での自動運転については実証実験などが進んでいる。高速道路や自動車専用道は舗装などが整備されており、ダイナミックマップを作成する際に参照する白線を明瞭に確認することができる。しかし、一般道では白線が劣化して不明瞭であったり、横断歩道や停止線など、高速道路にはなかった道路地物の認識が必要になる。よって、本研究では今後の市街地での自動運転を見据え、ダイナミックマップの車線情報を機械学習を用いて効率的に作成するための手法を検討する。

## 2. 既往研究

斎藤ら<sup>[1]</sup>は機械学習の手法である Randomforest 法を用い、白線の自動抽出アルゴリズムの構築を行った。白線の劣化が少ない区間については自動抽出が可能だが、点群同士の位置や色等の関連性の学習には至らず、白線の劣化が多い部分においては予測抽出が不可能であることが今後の課題として挙げられている。そこで本研究では劣化した白線の部分なども含め、機械学習

を行い、白線（区画線、車線中央線）上に連続線を抽出するアルゴリズムの検討を目的とする。

## 3. 実験概要

## (1) 使用するデータ

点群データ取得のため、Figure 1.に示す MMS で街路計測を行った。計測場所は千葉県習志野市習志野台付近で、白線の劣化が多い区間と劣化が少ない区間の計測を行った。



Figure 1. Mobile Mapping System (Trinble MX9)

## (2) 解析手順

取得した点群データの道路面部分を正解（白線上の連続線として認識させる部分）、不正解（その他の部分）に分割し、更に学習用データと判断用データに分割する。データの正解、不正解の分割には REGLE 社の RiSCAN PRO にて手作業で行い、正解のデータには白線の劣化している部分も含めている。学習用データにて機械学習を行い、特徴量などを学習させ、学習器を作成する。この学習器を基に判断用データを判別し、連続線を表示する。また正解率・再現率などの比較も行い、アルゴリズムの性能を検証する。

1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通

4. 解析結果

齋藤ら<sup>[1]</sup>が行った機械学習 Randomforest 法による白線抽出を行った。この実験では同じ路線の劣化が多い区間(サンプル①)と劣化の少ない区間(サンプル②)の2つを用意した。学習はRGB値, 反射強度(A)を使った場合と, XYZも学習に用いた場合の特徴量の異なる2通りで行った。

Figure 2.はサンプル①の元データ, 白線学習用データ, 抽出結果である。劣化が少ない白線・区画線に対しては概ね抽出されたが, 白線の劣化が多い部分は抽出されていない。2つの抽出結果を比較すると, XYZも学習に用いた場合に, よりの確に白線が抽出されている。また赤枠で示した対向車についてもRGB値と反射強度での抽出では誤抽出しているが, XYZも学習に用いた場合は抽出していない。

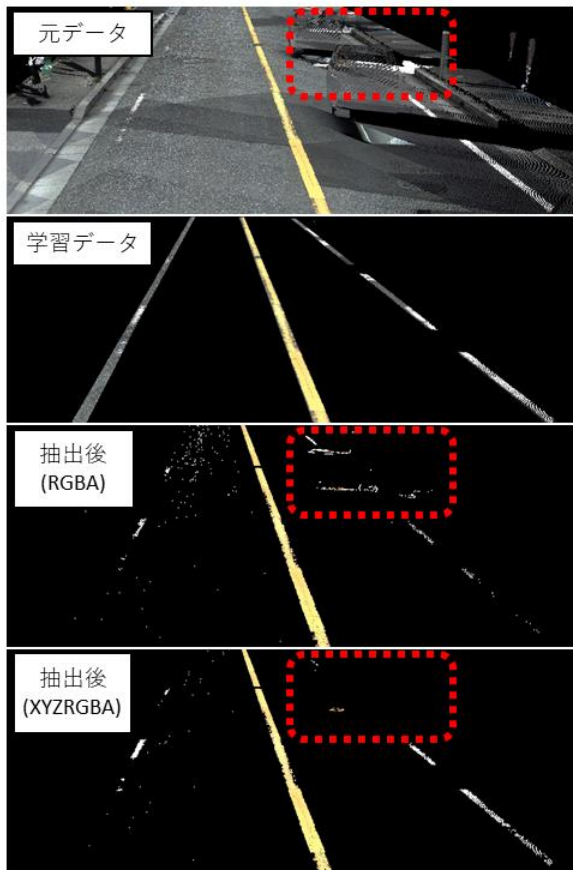


Figure 2. Analysis result (Sample1)

Table 1.は学習に用いた特徴量が判断に影響を与えた割合を示す。RGB値の赤(R)はすべての場合において判断に最も影響を与えている。Rの値はサンプル①, ②共にRGB値と反射強度での抽出で約60%であるが, XYZも学習に用いた場合は約15~20%減少し, 他の特徴量の影響が増加している。またXYZについては計測時の対向車の有無が影響していると考えられる。

Table 2.は学習に用いたアルゴリズムが正しく判別しているかを示すものである。適合率は抽出結果に抽出すべき点群が含まれているかを示し, 再現率は抽出すべき点群をどの程度抽出できたかを, F値は再現率, 適合率の調和平均である。どの値も最大値は1, 最小値は0である。適合率は全て0.97以上であり, 安定して抽出している。再現率はサンプル①では約0.24になっているのに対し, サンプル②では0.80以上となっており, F値にも影響している。よってこの機械学習は劣化の少ない場合に高い判別性能を有すると考える。

Table 1. Feature value weight

サンプル	①(劣化あり)		②(劣化なし)		
	RGBA	XYZRGBA	RGBA	XYZRGBA	
学習内容	X	-	2	-	0
	Y	-	1	-	0
	Z	-	5	-	2
	R	63	48	59	39
	G	17	23	19	25
	B	14	11	04	9
	A	6	11	18	24

Table 2. Algorithm performance evaluation

サンプル	①(劣化あり)		②(劣化なし)	
	RGBA	XYZRGBA	RGBA	XYZRGBA
学習内容				
適合率	0.97	0.99	0.98	0.98
再現率	0.24	0.24	0.83	0.84
F値	0.38	0.39	0.90	0.90

5. おわりに

本研究では, XYZを学習することで, 誤抽出が少なくなることを確認した。しかしXYZの特徴量では白線の予測には至っておらず, 機械学習についても改善が必要である。今後はさらなる検証を行うとともに, 白線の連続性を考慮した抽出に取り組みたい。

謝辞

実験にご協力いただいた, 株式会社ニコン・トリンブルの岩上弘明氏に心より御礼申し上げます。

参考文献

[1] 齋藤幹貴, 佐田達典, 江守央: 機械学習を用いた3次元点群データの属性付与に関する研究, 平成30年度日本大学理工学部学術講演会予稿集, pp375-376, 2018.