

大阪大学大学院工学研究科

学生員 ○西村 直人

大阪大学大学院工学研究科

フェロー 矢吹 信喜

大阪大学大学院工学研究科

正会員 福田 知弘

## 1. はじめに

近年、3次元計測技術の進歩や、MMS (Mobile Mapping System) の普及に伴い、社会インフラ (設備) の維持管理の手法として、点群データを用いた手法が注目されている。点群データは、点の集合であり、構造物や部材ごとに分割されるわけではない。そこで、構造物の維持管理において、点群データからの物体認識および検出については、分析・機械学習を用いた手法が提案されている<sup>1)2)</sup>。特に、道路上の標識や照明柱などの柱状物体への自動認識へのニーズが高い。しかし、分析手法は、前処理で点群のセグメンテーションを徹底しなければ、誤認識や誤検出の原因となる。また、高密度点群の認識および検出においては、従来の分析手法に加え、拡張手法をとらなければ、誤認識が発生する。機械学習を用いた手法は、学習させる対象の特徴や、学習内容を人が決める必要があるため、労力がかかる上に正確性に完全を求めることは困難である。加えて、膨大な量のデータが学習に必要である。点群データの入手は簡単ではなく、だれもが大量のデータを入手することは難しいため、学習に必要なデータが十分に集まらないといった問題がある。一方で、深層学習においては、学習させる対象の特徴や、学習内容を機械が自動的に決定し、学習を行うため、機械学習における労力を縮小し、正確性が高まる。そこで本研究では、深層学習を用いることにより、点群データにおける柱状物体の認識と分類を目的とする。

## 2. 提案手法

本研究で提案する手法は、点群データをそのまま用いるのではなくラスタデータに変換し、ラスタデータを用いて学習を行い、物体認識を行うものである。まず、入手した点群データから、認識の対象となる柱状物体の点群を手動で抽出する。抽出された点群を用いて、深層学習に使用するための学習データセット (以下、訓練データ) を作成する。訓練データの生成方法は、異なる方向から見た柱状物体の点群データをラスタデータに変換する。ラスタデータに変換することにより、点群データそのものよりも、データ量を少なくすることで、訓練データの個数を増やすことができる。また、点群の密度の差が原因となって発生する誤認識や誤検出が増加することから、ラスタデータの解像度を落とすようにする (図1)。作成された訓練データを用いて、深層学習によって、認識を行う。

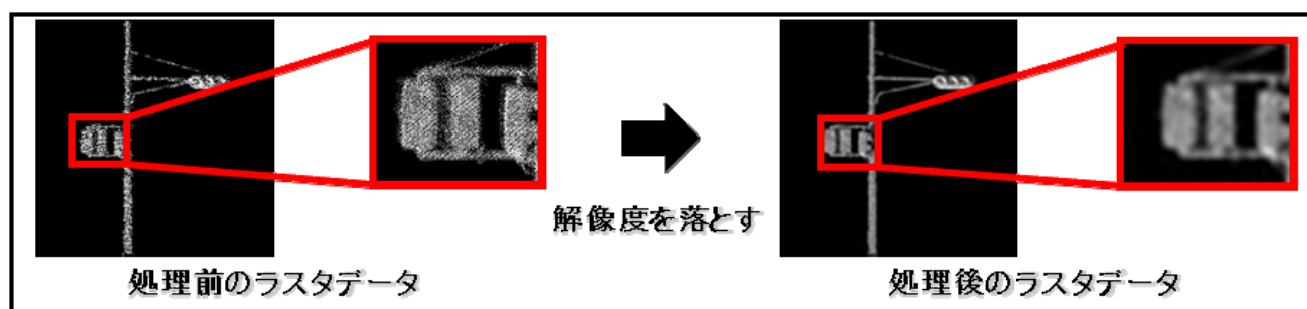


図1 ラスタデータセットの事前処理

## 3. MMS データを用いた学習実験

本研究では、MMS (使用した MMS は、Leica Pegasus: Two) によって取得された点群データを訓練データとして深層学習による認識を行った。また、交通信号機、電信柱、交通標識、照明柱を対象とし、分類と認識を行っ

Naoto Nishimura, Nobuyoshi YABUKI and Tomohiro FUKUDA

nishimura@it.see.eng.osaka-u.ac.jp

た。加えて、不正解データとして街路樹のデータを学習させた。訓練データ数を表1に示す。点群データは、対象とする柱状物体に対し、それぞれ10個、合計50個を用いた。ラスタデータは、点群データ1つに対して36枚作成し、各ラスタデータに対して反転処理を施した画像も含めたため、合計3600枚を用いている。学習結果を図2に示す。最終的な認識結果は97%であり、高い認識率となった。また、訓練データによる認識の検証を行ったところ、誤認識は見られなかった。

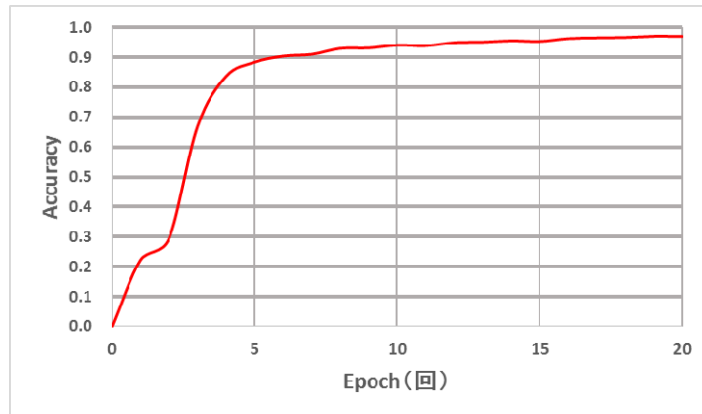


図2 学習結果の精度

#### 4. SfM から得られた点群データを用いた学習システムの検証

機械学習・深層学習では、「過学習」という状態（訓練データに対して学習されているが、未知のデータに対して適合できていない状態）がある。3. の状態は「過学習」である可能性が考えられるため、訓練データに使用した点群データとは異なる点群データを用いて検証を行う必要がある。そこで SfM (Structure from Motion) を用いることにより、3. で取得した点群データとは異なる密度を持つ点群データを生成し、検証を行った。検証に用いたデータは、対象である柱状物体の高密度・低密度データそれぞれ1個、照明柱に関してはそれぞれ2個のデータを用いた。検証の結果、低密度のケースでは、4つのデータの認識に成功しているが、高密度では、1しか認識に成功していない。したがって、高密度点群データの場合は、間引きするなどを行って低密度化する必要があると考えられる。

表1 訓練データ数

	点群データ数	ラスタデータ数
交通信号機	10	720
電信柱	10	720
交通標識	10	720
照明柱1	10	720
街路樹	10	720
合計	50	3600

表2 検証結果

	高密度	低密度
交通信号機	×	×
電信柱	×	○
交通標識	×	○
照明柱1	×	○
照明柱2	○	○

※○は認識成功，×は認識失敗

#### 5. 結論

本研究では、点群データをラスタデータに変換し、作成した訓練データを用いて柱状物体の認識と分類を、深層学習を用いて行った。本研究の手法は、点群データをそのまま用いるのではなく、数多くのラスタデータに変換して訓練データを作成するものである。さらに、ラスタデータの解像度を落とすことにより、誤認識を減らすことができた。一方、高密度データに関しては、誤認識が発生するため、今後検討することとしたい。

#### 謝辞

本研究ではクモノスコーポレーション株式会社より提供されたデータを用いた。ここに謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 横山 博貴, 伊達 宏昭, 金井 理, 武田 浩志: 高密度市街地レーザ計測点群からの柱状物体認識と分類, 精密工学会学術講演会講演論文集 2013S(0), M38, pp.861-862, 2013.
- 2) Matti Lehtomäki, Anttoni Jaakkola, Juha Hyypä, Antero Kukko and Harri Kaartinen: Detection of Vertical Pole-Like Objects in a Road Environment Using Vehicle-Based Laser Scanning Data, Remote Sens, pp.641-664, 2010.