

点群深層学習を用いた水中物体認識手法の構築

中央大学大学院 学生員 ○ 八木 笙太
 (株) エイト日本技術開発 正会員 大川 博史
 中央大学 正会員 榎山 和男

1. はじめに

近年、国土交通省の推進する BIM/CIM, i-construction といった取り組みにより、建設・水産業界における ICT の活用は一層活発化している。これらの取り組みの一つに、IoT 機器等によって収集されるビッグデータを有効的に活用する AI 技術があり、水中マッピング技術の分野においてもその有効的な活用が行われている¹⁾。また、近年では計測機器や水中ロボットの発達により、分解能の高い音響探査装置を利用することによる高品質な水中マッピングデータの入手が従来と比較して格段に容易となっている。しかしながら得られる水中マッピングデータは音の反射の強弱によって表される色彩情報を持たない点群データであり、データ取得後の加工等は労力がかかっているため、高度に利活用する際の障害となっている。水中の底質判別や物体検出においては、専門技術員による判読に頼っており、問題点としてはその人員に限られていること、時間と労力がかかること、ヒューマンエラーが起りやすいこと等が挙げられる。

そのため本研究では、取得した水中マッピングデータに対して、そのデータから水中に存在する物体を自動的に迅速かつ正確に判別し、水中の現況把握を補佐する手法の構築を目的とする。本発表では検出対象を消波ブロックとして、物体認識手法である PointNet²⁾ による点群深層学習を行い、その学習モデルの評価を行う。

2. 物体認識手法

図-1 に今回のモデル構築の流れであるフローチャートを示す。

(1) マッピング手法

マッピングデータとは、地理的な位置情報に基づき、様々な情報を付加させたデータのことを指す。水中マッピングデータの取得方法としては、船舶にサイドスキャンソナーやマルチビーム、エコーサウンダーなどの音響探査装置を搭載して計測するのが一般的である。本研究では ASV(Autonomous Surface Vehicle) をプラットフォームとして、ナローマルチビームソナー³⁾ を採用して、水中マッピングデータを取得している。

(2) データの取得

本研究には、島根県隠岐島来居港をナローマルチビームによって取得した水中マッピングデータを用いる。全体領域は延長 600m 程である。使用した水中マッピングデータの一部を図-2 に示す。

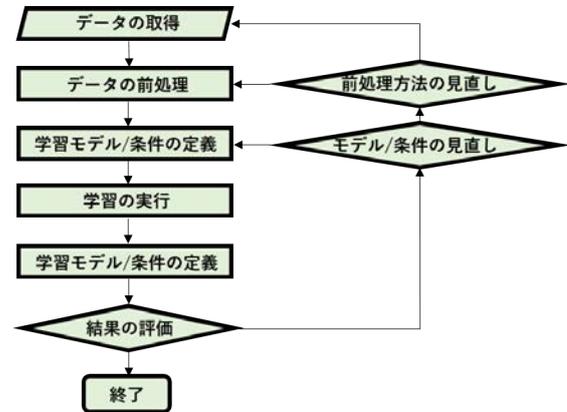


図-1 学習モデル構築の流れ

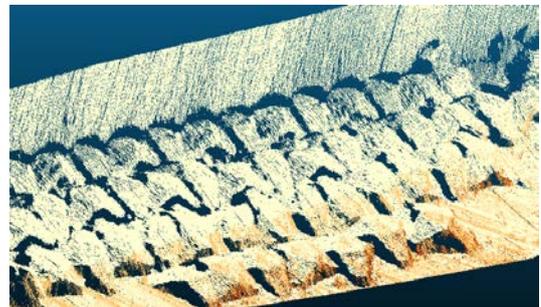


図-2 取得データの一部

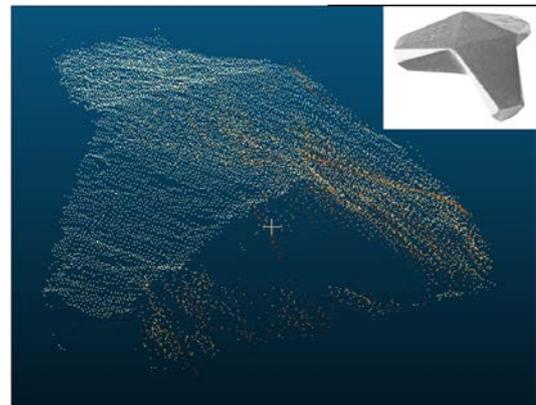


図-3 抽出した検出対象例

取得したデータは水中における点群データであるため、点群の各点は RGB 値を持たず、XYZ の座標値および反射強度パラメータのみを持つ。また、点群データはデータに順序性がなく、隣接関係が自明でないことや、回転・移動などの操作を施しても種類が変化しないという剛体変換不変性といった特性も併せ持っている。

KeyWords : 深層学習, PointNet, 点群データ, ナローマルチビーム

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL : 03-3817-1815 E-mail a16.365j@g.chuo-u.ac.jp@g.chuo-u.ac.jp

PointNet Architecture

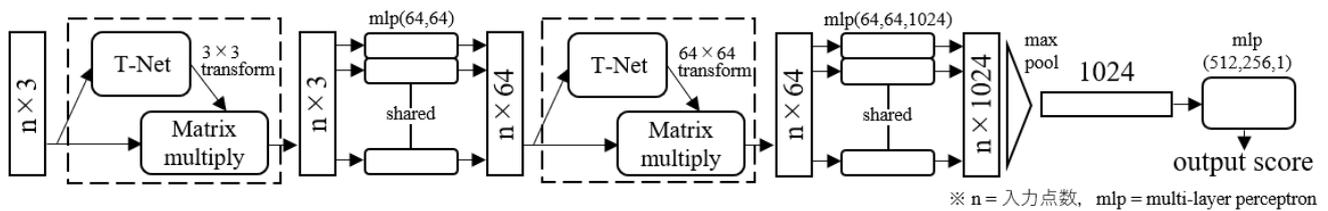


図-4 検出に使用したネットワークモデル²⁾

(3) 検出手法

a) データの前処理

取得した水中マッピングデータに対して施した処理について説明する。学習用データの作成のため、取得した点群データから検出対象とする消波ブロックを構成する点群データのみを一つずつ抽出した。抽出した例を図-3に示す。抽出にはフリーソフトである cloud compare⁴⁾を用いて行った。

また、図-3の消波ブロック一つにおいても、モデルを構成する点群の総点数が約90万点と、各検出対象における点群の総点数が非常に多いため、計算負荷の軽減を目的とした点数のサンプリングを施している。加えて、深層学習に適用する上で今回学習用に用いるデータ数は非常に少ないため、データ拡張処理もプログラム上で施している。

b) 点群深層学習モデルの定義

深層学習とは、人間の脳神経細胞を模倣したニューラルネットワークを用いて学習する機械学習手法の一つである。点群データにおいては、データに順序がないことや隣接関係が自明でないといった理由から、不規則な空間的関係があるため、既存の二次元で用いられてきた画像分類のフレームワークを適用することは困難であった。そのため、既存の点群データに対する分類や検出タスクでは、点群データを正面図や鳥瞰図として捉え、二次元の画像として処理するもの⁵⁾や、ボクセル処理を施し、ボクセル化された点群に対して三次元畳み込み層などを適用する手法⁶⁾が数多く提案されている。しかし、これらの手法は元の点群の特性が必然的に変化する手法であるため、情報の損失や追加の作業負荷が発生する。そのため、生の点群データを入力データとして学習を行うことを可能とした PointNet では点群の空間的関係を最大限残すために二つの点群処理方式を導入している。

今回利用した PointNet のネットワークモデルを図-4に示す。PointNet に用いられている特徴的な二つの点群処理方式とは、一つ目が点群の特性である順序や隣接関係といった影響の排除を目的とした mlp(multi-layer perceptron) や MaxPooling の採用である。これにより全てのポイントを平等に扱うことに成功している。また、二つ目は回転による影響の除去を目的とした点群へのアフィン行列の採用で

ある。これは図-4中の波線部に該当し、T-Net と呼ばれるミニ PointNet からアフィン行列を獲得し、入力点群に対して作用させている。

c) 学習環境・条件

開発環境は、ハードウェア環境として、CPU: Intel Core i7-8700 3.20GHz, GPU: GeforceRTX2070, OS: Windows10, RAM: 16.0GB であり、ソフトウェア環境は、Anaconda3 上で Python3.7, TensorFlow を用いてプログラムを実行している。

検出対象は図-3に示した消波ブロックであり、検出対象のデータは全体領域から100個程度のサンプルを抽出し、学習用および検証用にデータを分けて学習を行う。

3. 適用例

学習における計算時間、また評価は公演時に示す。

4. おわりに

本研究では、取得した水中マッピングデータに対して、点群深層学習による物体認識手法の構築を試みた。

今後の課題として、検出対象の種類増加、別地域における本モデルの汎化性能の検証を行っていく予定である。

参考文献

- 澤隆雄, 大木健, 海底マッピングにおける海洋音響技術, 日本音響学会誌, 第75号1巻, pp29-34.
- Qi, C.R., Su, H., Mo, K. and Guibas, L.J, PointNet: Deep learning on point sets for 3d classification and segmentation, CVPR, 2017.
- 三上信雄, 梅津啓史, 松本力, 完山暢, 大西明夫, 不動雅之, 井上真仁, 漁港施設の水中部の点検手法におけるナローマルチビームソナーの適用性検証, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.75, No.2, L.91-L.96, 2019.
- Cloud Compare: <https://www.cloudcompare.org/> (Accessed on January 16, 2021).
- 塚田義典, 窪田諭, 田中成典, 梅原善政, 中原匡哉, 中畑光貴, 橋梁の点群データを用いた深層学習による部位識別に関する研究, 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.32, No.1, pp.627-631, 2020.
- 吉田圭介, 前野詩郎, 間野耕司, 岩城智大, 小川修平, 赤穂良輔, 航空レーザー測深を用いた河道の植生種分布の判定手法の検討, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol.73, No.2, L.607-L.618, 2017.