

非衛星測位環境下における三次元河川モデリング

3D River Modeling in non-GNSS Environment

山口哲 小森健史 久保信明 清水悦郎 中川雅史
Tetsu Yamaguchi Takeshi Komori Nobuaki Kubo Etsuro Shimizu Masafumi Nakagawa
芝浦工業大学 (Shibaura Institute of Technology)
東京海洋大学 (Tokyo University of Marine Science and Technology)

1. 背景・目的

近年、国土交通省などによって都市をデジタル化するプロジェクト「PLATEAU」が進められている。しかし、都市河川空間においては災害時の利活用や自律型船舶航行などの需要が見込まれるにも関わらず、陸上部ほどデータ整備が進んでいない現状がある。狭隘な区間や高さ制限のある区間、水位変化のある環境で安全に船舶を自律航行させるためには、高精度 GNSS 測位と連携させるための都市河川空間の 3D 地図データ整備が求められる。また、3D 地図データは非 GNSS 環境での自律航行を可能にできることにも着目できる。そこで、本研究では、船舶から取得した点群にセマンティックセグメンテーションを適用して属性情報を付与した 3D モデルの生成手法を検討した。

2. 手法

本研究では、船舶搭載型 Mobile mapping system (MMS) で取得した点群 (船舶 MMS 点群) を用いた地図モデルの生成を提案する。既往手法では航空レーザー測量で取得した点群を利用した地物分類を提案しており、本研究でも点群からの地物分類に着目する。また、本研究で扱う船舶 MMS 点群は、CLAS および 2 台の LiDAR を利用した Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) で取得された点群とする。まず、取得した点群に、クラスタリングとポリゴン化を適用し、トポロジーを付与したベクタデータへ変換する。また、点群からのベクタデータ変換では、点群中の地物の属性を推定するために、地物の形状など既知である知識にもとづいて河川構造物や建物を推定した上で、Random Sample Consensus (RANSAC) による平面抽出をおこなうセマンティックセグメンテーションを適用し、推定された属性データをベクタデータへ付与する。

3. 実験

実験対象として、都市部の河川・運河である日本橋川と神田川のうち干潮時でも安全に航行できる小石川橋より下流の区間と汐見運河を選定した。船舶 MMS 点群の取得には、水平スキャン LiDAR (VLP-32C, Velodyne)、斜めスキャン LiDAR (VLP-16, Velodyne)、および、全方向カメラ (Ladybug 5+, FLIR) を搭載した小型船舶「電池推進船らいちょう I」を利用した。航行経路には、首都高速道路が上空を覆っている区間や上空視界が確保されている区間などが含まれる。なお、利用した LiDAR の測距対象区域上、ほぼ全区間において河川の幅員が 10m ほどの狭い河川に設定した。点群処理では、デスクトップ PC (Intel Core- i7 12700, 3.6GHz 16GB RAM) を使用し、護岸・首都高速道路床版・首都高速道路橋脚の抽出を試みた。

4. 結果

セグメンテーション結果の一部として、日本橋周辺で取得した 500 フレームの船舶 MMS 点群に対し、提案手法による護岸・首都高床版・首都高橋脚のセグメンテーション処理を行った結果の一部を示す (図 1)。また、処理範囲における、地物の抽出数と、360 度カメラ画像データを元にした目視判読数から、生成されたセグメントについて、地物とセグメントが一致するか複数の地物がまとめて抽出されているかによって分類した結果、抽出したセグメントと地物が一致したのは 60%であった。

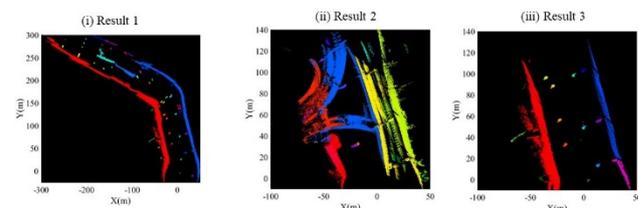


図 1. 日本橋周辺の点群に対するセグメンテーション結果 (護岸・首都高床版・首都高橋脚)

5. 考察

都市河川における船舶 MMS 点群取得と、そのセグメンテーションを行った結果、護岸と首都高の橋脚、首都高の床版を抽出できた。護岸と首都高の橋脚は、船舶からの観測によって容易に視認でき、LiDAR の観測範囲内であった。一方、首都高の床版や一部の鉄道の橋梁の橋脚などは、おおそ形状を捉えているものの、立体交差や航行経路との相対位置関係によっては他の地物に隠蔽される地物であるため全ての面を計測・認識できず、地物に対するセグメントがない区間が存在した。一般道の橋梁の橋脚は、床版と橋台を含む点群として取得されないために、地物の形状を推定する際に護岸と分離できず、物体認識が困難になったと考える。また、本計測は航行の安全のため干潮時に実験を行ったため、計測高さが低く、高さのある護岸で隠蔽された建物の点群を十分に取得できなかったことで、護岸の形状推定や河川周辺建物の属性推定に不良個所が生じたと考えられる。データを変換する際に SLAM によって統合された点群を用いるため、これらの精度はセグメンテーション精度に大きな影響を与えることが考えられる。そのため、SLAM 処理の精度を向上させることが必要であると考えられる。

謝辞

本研究は、文部科学省・宇宙航空科学技術推進委託費における「都市河川構造物点検における自律型船舶利用のための水上屋内外シームレス測位」に関する研究の一部である