都市河川空間における船舶 MMS 点群を用いた LOD 別モデル生成

Generation of Level of Detail Models Using Water-borne MMS Point Clouds in Urban River Spaces

金井歓太郎[1]　山口哲[1]　中川雅史[1]　久保信明[2]　清水悦郎[2]

Kantaro Kanai　Tetsu Yamaguchi　Masafumi Nakagawa　Nobuaki Kubo　Etsuro Shimizu

芝浦工業大学[1]　東京海洋大学[2]

Shibaura Institute of Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology

１．背景・目的

PLATEAU では CityGML 形式の 3D 都市モデルが公開され、都市計画や災害対策など多様な用途に利用されている。しかし現行データでは都市河川空間の LOD 設計やスキーマ整備が不十分であり、特に橋梁下部や護岸など、従来の空中写真測量・地上レーザ・MMS では取得が難しい領域が詳細に表現されていない。一方、CityGML は屋内外測位・ナビゲーションへの応用が進んでおり、建物内外を統合した経路計画や位置推定の高度化に寄与することが示されている。しかし、河川空間に関する高精細 3D モデルは整備されておらず、船舶ナビゲーションや自律航行に必要な地図基盤も不足している。本研究は、自律型船舶航行に必要な高精度 3D 地図の整備を目的として、船舶搭載 MMS により取得した点群から都市河川空間の地物を分類し、LOD 別に 3D モデル化する手法を開発する。さらに、得られたモデルを CityGML として記述し、屋内外測位の概念を河川へ拡張することで、河川空間における高信頼ナビゲーション基盤の構築を目指す。本手法は自律航行支援だけでなく、河川インフラ維持管理への応用も期待される。

２．手法

提案手法を図 1 に示す。主として、点群処理と 3D モデル生成の二つで構成される。まず、取得した点群を地物ごとに分類する点群処理（点群のクラスタリング）を行う。次に、属性付与を行った地物に対してボクセル化を適用し、LOD 設計に基づいて 3D モデル生成を行う。

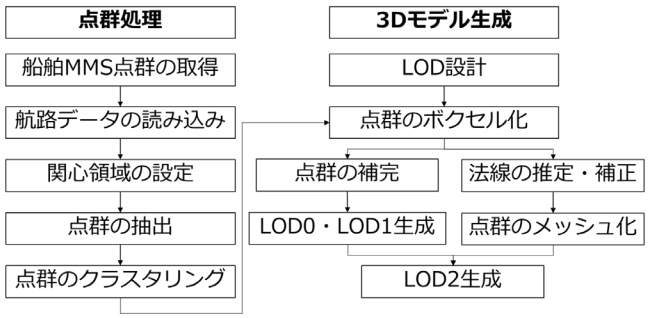

図 1.　提案手法

本研究で提案する手法は、GNSS 受信が可能な環境では Centimeter-Level Augmentation Service（CLAS）による高精度測位を、橋梁下や都市部水域など GNSS が遮蔽される環境では Simultaneous Localization and Mapping（SLAM）による自己位置推定を補完的に用いる点が特徴である。GNSS 環境下・非 GNSS 環境下を問わずシームレスに高密度点群を取得できる。

３．実験

本研究では，日本橋川および神田川を対象として水上計測を実施した。CLAS 受信機，VLP-32C・VLP-16（Velodyne）の 2 台の LiDAR，および SLAM-LiDAR（Hovermap STX）を搭載した電池推進船「らいちょう I」により船舶 MMS 点群を取得した。計測区間のうち，地物が多様な万世橋～聖橋区間と，上空を首都高速が覆う茅場橋～鎧橋区間を対象に提案手法の検証を行った。

４．結果

図 2 に Hovermap 点群と LiDAR-SLAM を用いて取得した点群を示す。点密度は LiDAR の性能によって異なるものの、類似した結果が得られた。

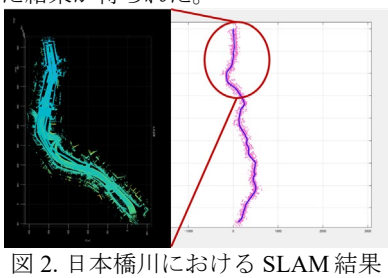

図 2. 日本橋川における SLAM 結果

提案手法により都市河川空間における地物分類結果と LOD 別のモデル生成を適用した結果を示す（図 3）。

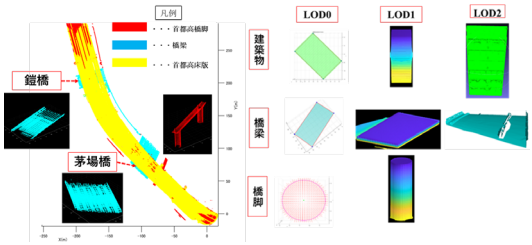

図 3, 点群処理結果

５．考察

日本橋川では RANSAC により床版抽出を試みたが、Z 軸方向の起伏により誤抽出が発生した。今後は区間ごとの処理や法線・点密度など複数特徴量を併用し、GNSS/非 GNSS 環境に対応したロバストな抽出手法の改良が必要である。

６・まとめ

本研究では、船舶 MMS 点群を用いて都市河川空間の CityGML 記述に向けたモデリング手法を検討した。提案手法が地物の LOD 別 3D モデル生成に有効であることを確認した。今後は、船舶航行向けの地物追加や LOD3 までの拡張が課題となる。