

# CLAS/LiDAR による船舶位置姿勢推定と 3D データ活用

## Rotation and Translation Estimation of Boat using CLAS/LiDAR for 3D Data Utilization

中野雄太 重藤李佳子 山口哲 木邨直人 中川雅史  
Yuta Nakano Rikako Shigefuji Tetsu Yamaguchi Naoto Kimura Masafumi Nakagawa

芝浦工業大学  
Shibaura Institute of Technology

### 1. はじめに

都市河川の 3D マップを生成するには、船舶の位置姿勢推定が必要である。船舶の位置姿勢推定は、波による船体の揺れを含めたものであり、道路走行や空中移動の姿勢推定と異なる点がある。位置姿勢推定では GNSS/IMU を利用できるが、3D 計測においては、高価な IMU を利用する必要がある。この課題を解決するアプローチとして、SLAM や画像マッチングにもとづく手法などが挙げられる。本研究では、建物の壁面形状を利用して、LiDAR データで姿勢補正する方法を提案する。

また、生成された 3D データの活用方法として、プロジェクションマッピングへの応用を検討している。映像投影によって物体の外観を仮想的に変化させるプロジェクションマッピングは、アミューズメント、舞台の演出、広告、作業支援など様々な分野に応用されている。近年、土木分野においてもプロジェクションマッピングを応用した技術が開発されており、リアルタイムな映像投影による作業効率化などの効果が期待されている。

### 2. 手法

本研究では、CLAS や RTK-GNSS 測位による高精度測位の利用を前提とするが、都市河川においては、高層の建物や橋梁によって上空視界が遮られ、RTK-GNSS 測位がフロント解の箇所が多数存在する課題がある。そこで本研究では、船体に LiDAR を搭載し、LiDAR-SLAM の併用による位置姿勢推定を適用する。一方で、真横方向に存在する護岸は特徴点に乏しいことが多く環境地図構築に利用できない。そのため、本研究では斜め方向に LiDAR を設置することで、形状特徴を比較的捉えやすい河川沿岸の建物壁面形状の利用を検討した。得られた点群を時間経過ごとに空間を分割・抽出し RANSAC 法を用いて平面を検出した。ここで、人工物である建物は、直交する三軸に拘束されているといったマンハッタンワールド仮説を用いて、壁面は鉛直平面であると仮定した。次に CLAS を用いて 1 フレームごとの船舶の位置を算出し、 $t$  フレーム目の平面を  $t-1$  フレーム目の平面と一致するように回転させる。その後、回転されたデータを統合し得られた点群から 3D マップを作成するとともに、船舶の位置姿勢を推定する。

### 3. 実験

2021 年 12 月 3 日に神田川において取得したデータセットを利用した。LiDAR データ (VLP-16, velodyne) や全方向カメラ (THETA V, RICOH) による映像、CLAS(AsteRx4, CORE)などで構成されるデータセットの

うち、船舶前方に搭載した LiDAR で取得した点群を入力データとした。



図 1. プラットフォーム電池推進船「らいちょう I」



図 2. 神田川護岸・周辺建物の様子

### 4. 考察

本研究で用いた建物壁面を用いた姿勢推定では、建物の境界部分で平面検出が失敗する恐れがある。そのため、検出が不可能な区間における他のアプローチまたは補正方法を検討する必要がある。

プロジェクションマッピングを実行する際、機材の低価格化が求められるが、提案手法において用いた LiDAR によって、IMU を用いる手法よりも装置全体の低価格化が可能である。また、今回の処理方法における、平面検出や回転処理における点群マッチングのアルゴリズムを改善し、処理時間を高速化することで、リアルタイムな姿勢補正を反映する映像投影に活用できるのではないかと考えられる。

### 5. まとめ

本研究では、船舶の位置姿勢推定を目的とし、CLAS と LiDAR を用いた SLAM を行った。これによって、3D データの活用としてプロジェクションマッピングなどに活用できると考えられる。今後の課題として、都市部に存在する様々な河川の状態に対応できる位置情報の取得方法の検討や、プロジェクションマッピングにおいてリアルタイム映像補正の検討が挙げられる。