

単調な空間における SLAM 退化問題の解消案

Methodology to Avoid Degeneracy of SLAM in Monotonous Spaces

新堀五月 重藤李佳子 木邨直人 斎藤一葉 中川雅史

Satsuki Nibori Rikako Shigefuji Naoto Kimura Kazuha Saito Masafumi Nakagawa

芝浦工業大学

Shibaura Institute of Technology

1. 概要

Simultaneous localization and mapping(SLAM)は、点群の対応付けにもとづき、自己位置推定と点群統合を同時に行える処理であり、屋内外空間を問わずに適用できる。しかしながら、単調な幾何形状で構成された空間では、点群対応付けが成功したとしても、SLAM 処理としては失敗する問題（退化）が起きやすいという課題がある。本研究では、都市河川の船舶 SLAM データを用いて、退化の検出方法論から、自己位置推定と点群統合の改善手法を検討する。

2. 退化の分類と検出方法論

退化が生じやすい都市河川において、船舶に搭載したレーザーキャナ（Velodyne : VLP32,VLP16）で取得したデータ（図1）で予備実験を行った。

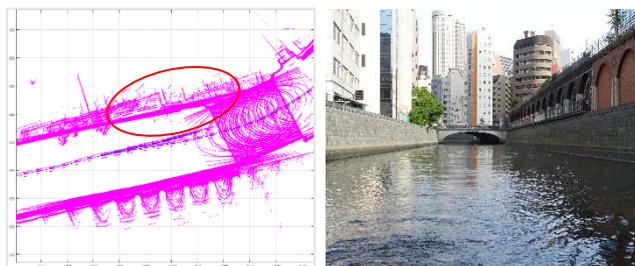


図1. SLAM 退化が起こった区間

まず、退化の検出に着目する項目を、2種類に分類する。1つ目は、LiDAR のスキャンデータが単調で、スキャンマッチング結果が一意に定まらないことである。これをスキャンマッチングの定位性とし、点群統合における誤差が少ないことを意味する。また、退化が発生した原因として、形状が単調な護岸が連続すること、上空に遮蔽物がないオープンスカイ環境であること、および河川沿岸に形状が類似する建物が密接していることが考えられる。2つ目は、自己位置推定で算出した移動距離と実際に進んだ距離の残差が大きくなることである。実際に進んだ距離は衛星測位や慣性航法で推定できるが、慣性航法での推定では、高

価格な IMU の利用が求められるとともに、蓄積誤差問題がある。

3. 提案手法および考察

2種類の検出方法から解消案を考察していく。

➤ マルチビームソナーデータ

都市河川のように濁度高い水域では、マルチビームソナーを用いることで、事前に取得済みの河床と河川護岸の点群を用いることによって、SLAM 退化の検出を把握できると考えられる。

➤ Visual odometry

カメラ画像から移動量を推定する手法では、画像特徴を利用するため、形状特徴の乏しさから生じる退化を検出できると考えられる。

➤ GNSS 測位

オープンスカイ環境で航行する場合に限り、GNSS 測位結果の利用が SLAM 退化の検出に有効であると考えられる。

➤ 自動追尾 TS 及び地上計測

自動追尾トータルステーション(TS)で得たレーザーキャナ位置の点列データや、地上計測で得た点群の利用が SLAM 退化の検出に有効である。しかしながら、これらの方法は局所的な計測に適用できるものであり、広域にわたる船舶の移動軌跡の追跡は困難である。

4. まとめ

本研究では、退化の検出方法に着目し、SLAM における自己位置推定と点群統合を改善する手法を提案した。スキャンマッチングの定位性を要因とする退化には、マルチビームソナーデータや自動追尾 TS 及び地上計測の活用が有効である可能性があり、測距誤差を要因とする退化には Visual odometry や GNSS 測位が有効である可能性があると検討した。