

屋内向け移動ロボットの自己位置推定に関する研究

日大生産工(院)

○方 鑫

日大生産工

矢澤 翔大

日大生産工

新妻 清純

日大生産工

黒岩 孝

1. はじめに

近年、少子高齢化の影響により、国内の労働力不足が大きな社会問題になりつつある。その解決策として、人間と共生しながら作業できるロボットが注目されており、特に物流倉庫で使用される移動ロボットには大きな期待が寄せられている。移動ロボットを運用する場合は自己位置の推定が重要であり、屋外で使用する場合には人工衛星による全球測位衛星システム(GNSS: Global Navigation Satellite System)を利用できるが、屋内では衛星の電波が届きにくいいため、GNSSの利用は期待できない。また、屋外であれば殆どの場所で地図情報を使用できるが、物流倉庫の様に建屋内に頻繁に荷物などが出入りする場合は、固定された地図情報も使用できない。そういった場所で移動ロボットを稼働させる場合、自己位置の推定と周囲の環境地図の作成を同時に行う必要があり、そのような問題をSLAM (Simultaneous Localization And Mapping) と呼んでいる¹⁾。オドメトリや慣性計測装置(IMU: Inertial Measurement Unit)を使用したSLAMでは累積誤差が生じやすいとされており²⁾、車両等にセンサを搭載するのが前提なので手軽に計測することも難しい。そこで本研究では、3D-LiDAR (Light Detection and Ranging) とラップトップPCを組み合わせたウェアラブルな測定装置を用いることで、SLAMの運用が可能であるか検討を行った。

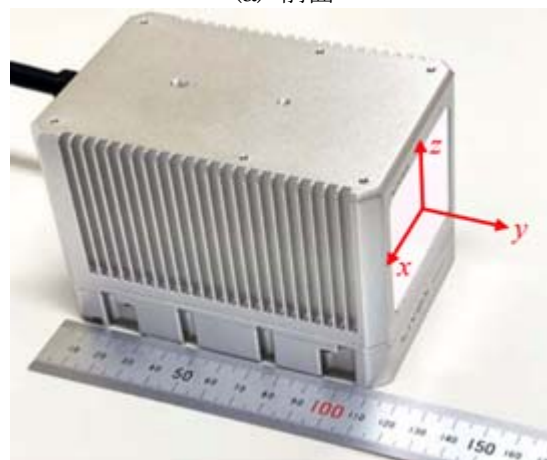
2. 実験方法

図1に、SLAMの測定に用いる3D-LiDAR (Livox-Tech 社製 Livox-Horizon) を示す。LiDARの垂直視野角は $25.1[\text{deg}]$ で、高さ約 $1[\text{m}]$ に設置した場合には地面がマッピングできるとされているため³⁾、ここではラップトップPCやLiDARを大体腰の高さ(約 1.2m)まで持ち上げて、歩きながら測定を行う。PCとLiDARを纏めるための治具は3Dプリンタにより作成した(図2参照)。PCには比較的性能が良好な機種(CPU: Intel Core i7-12650H, GPU: NVIDIA GeForce RTX4070)を用い、OSには

Ubuntu20.04Noeticを使用する。さらに、ROS(Robot Operating System)で利用可能なSLAMパッケージFast-Llio2⁴⁾により、レーザーレンジファインダの出力値から環境地図の作成を行う。



(a) 前面



(b) 側面

図1 測定に用いるLiDAR



図2 PCとLiDARを固定する治具

Study on Simultaneous Localization and Mapping of Mobile Robot
for Indoor Environments

Xin FANG, Syota YAZAWA, Kiyozumi NIIZUMA and Takashi KUROIWA

3. 結果

図3は、実験場所である本学部の39号館6階の外観を示す。測定場所は授業に用いる教室が少なく、ギャラリーなどの凹凸に富んだ場所もあり、様々な深度情報を得ることができるため、SLAMにより地図を作成する際に何らかの効果が期待できる。SLAMを実施する際は、同図中のstartと書かれた位置から測定を開始し、壁に沿って周辺を一周した後、endと書かれた位置まで移動する。図4は、LiDARで得られた点群の分布の一例を示す。同図では、深度情報が階級値ごとに色分けされており、その形状は測定場所の写真とよく似ていることがわかる。図5は、SLAMにより作成した地図を示す。SLAMで発生することが多いとされる累積誤差は比較的少なく、ほぼフロアの形状を表している。ただし今回使用したLiDARでは、0.5[m]以内にある物体の深度情報を得られない場合が見受けられた。

4. まとめ

LiDARとラップトップPCを組み合わせたウェアラブルな測定装置を作成し、SLAMの運用が可能であるか検討を行った結果、比較的精度の良い地図を作成できる可能性のあることが分かった。今後は、自己位置の推定精度等も検討を行う予定である。

参考文献

- 1) Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox / 上田 隆一訳: 確率ロボティクス, マイナビ出版 (2016)
- 2) 熊谷秀夫: "GPS/IMUの最新動向", 日本写真測量学会, 写真測量とリモートセンシング, Vol.49, No.5, pp.326-331 (2010)
- 3) Masiero, A., G. Tucci, and A. Vettore.: "Tree Detection with a Mobile Laser Scanner." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 767. No. 1. IOP Publishing (2021)

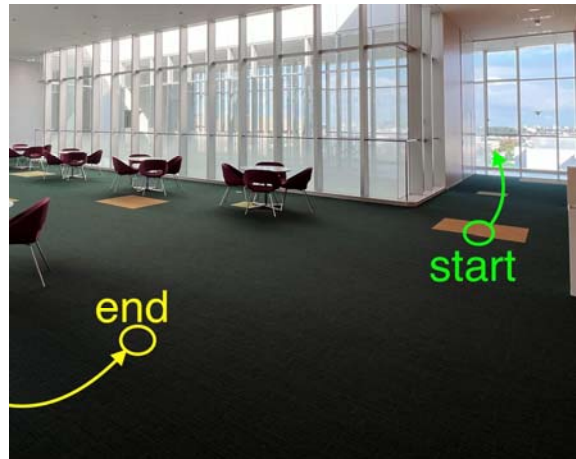


図3 測定場所の外観

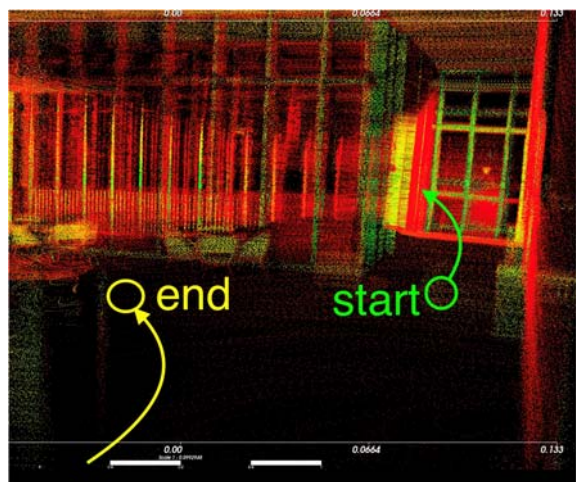


図4 点群分布の例

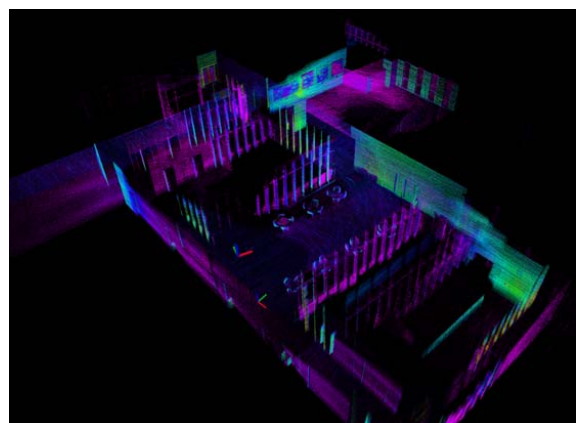


図5 SLAMにより作成した地図