

ウェアラブルな測定機器を用いた SLAM に関する研究

日大生産工(院) ○ホウ キン 日大生産工 矢澤 翔太
 日大生産工 内田 暁
 日大生産工 黒岩 孝

1. まえがき

近年、少子高齢化の影響により、身体に障害のある在宅者は年々増加している。中でも、視覚や聴覚に障害を持つ人の割合は20%近くに達しており⁽¹⁾、屋外においては交通弱者となるだけでなく、屋内でも自律歩行が困難な状況に直面しているが、介護業界の人手不足により、十分な支援を提供することは難しい。例えば、歩行補助器具等の使用により歩行のサポートは程度可能であるが、視覚障害があると周囲の様子を確認しながら目的地までの道を進むことは難しくなるので、何らかの技術的なサポートが必要である。一方、屋内の様にGNSS(全地球航法衛星システム)のサポートが難しい状況で、物流倉庫など建屋内に頻繁に荷物などが出入りする場所で移動ロボットを使用する場合、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、その様な問題をSLAM (Simultaneous Localization And Mapping)⁽²⁾と呼んでいる。SLAMを視覚障害者の歩行補助に適用できれば前述の問題が解決できると思われるが、SLAMに用いる測定装置は一般に様々なセンサを搭載するのが前提なので、ウェアラブルな装置による手軽な測定は難しい。そこで本研究では、慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement Unit)を内蔵したLiDAR (Light Detection and Ranging) を使用したウェアラブルな測定装置を作成することで、屋内の経路を徒歩で移動する際に、SLAMに対応できるか検討した。



Fig.1 SLAMの測定に用いるLiDAR

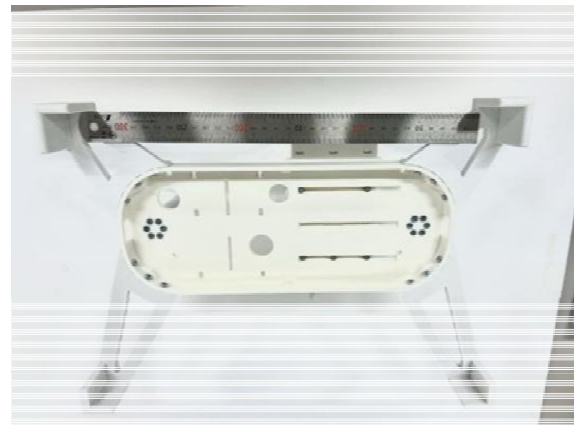


Fig.2 測定器を纏める治具

2. 実験方法

ここでは、SLAMに用いるLiDARとしてLivox-Tech社製 Livox mid-360を使用する (Fig.1参照)。LiDARの水平視野角は360[deg]で、垂直視野角は59[deg]であり、6軸のIMUを内蔵している。通常、LiDARを高さ約1[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、ここではラップトップPCやLiDARを大体腰の高さ(約1.2[m])まで持ち上げて、歩きながら測定を行う。Fig.2に、PCとLiDARを纏めるための治具を示す。なお、治具は3Dプリンタにより自作した。Fig.3は、PCとLiDARを治具に組み込んだ様子を示す。なお、

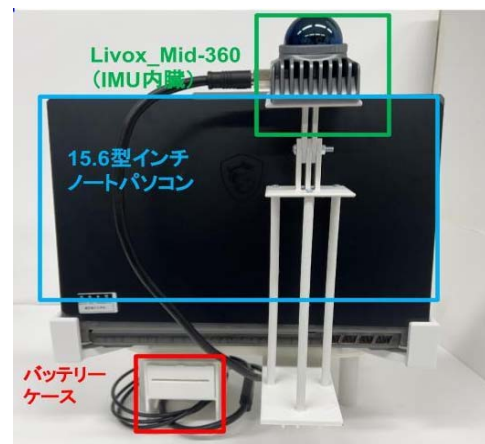


Fig.3 製作した測定装置

自己位置の推定には、比較的激しい動きに対してもロバストなアルゴリズムであるPoint-LIO^③を用いた。

3. 実験結果

測定は本学の100周年記念棟で行った。建屋は3つの研究棟：29号館(応用分子工学科)・30号館(マネジメント工学科)・31号館(電気電子工学科)が、東西に対してほぼ平行に並ぶ構造になっている。各棟の西側はエレベーターホール(28号館)で接続されており、3階の東側については渡り廊下で接続され、自由に行き来できる様になっている。そこでここでは、渡り廊下を含む各棟の3階の廊下を移動し測定を行う。

Fig.4に、移動経路の概略図を示す。人物のイラストがある付近を基準点(始点および終点)とし、次の様な経路で歩行する。先ず基準点を出発して29号館の廊下を東向きに歩き、渡り廊下を経て30号館の廊下に移動した後、西向きに端まで進む。次にエレベータホールを経て31号館の廊下に移動し、東向きに端まで歩いたのち、渡り廊下を経て再び30号館の廊下を西向きに端まで歩いて基準点に戻る。ここで廊下の幅は約4[m]で、別途ホイール型の距離計で測定した総歩行距離は約311[m]である。

Fig.5は、自己位置の推定結果である。実際の移動経路と自己位置推定の移動経路を比較すると、SLAMにおける問題となる始点と終点のズレはほとんど見られず、良好な結果が得られた。一方、Fig.6は、3Dマップを作成した結果である。同図より、観測した点群に不自然な歪みやノイズ等はほとんど見られないことがわかる。

4. まとめ

IMUを内蔵したLiDARを使用してウェアラブルな測定装置を作成し、屋内の狭小で複数の曲がり角や重複する経路が存在する環境において、SLAMに対応できるか検討を行った結果、良好な成果が得られた。

参考文献

- 1) 内閣府: 令和 5 年版障害者白書 (2023)
- 2) Sebastian Thrun et al./ 上田訳: 確率ロボティクス, マイナビ出版 (2016)
- 3) Dongjiao He et al.: Point-LIO: Robust High-Bandwidth Light Detection and Ranging Inertial Odometry, Adv. Intell. Syst. Vol.5, Issue7 (2023)

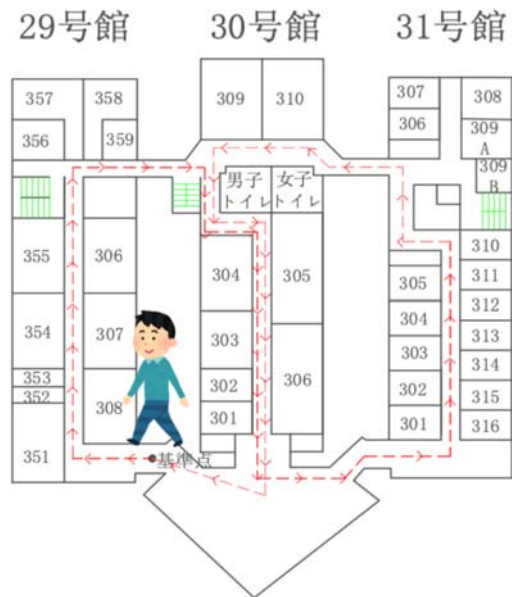


Fig.4 実際の移動経路

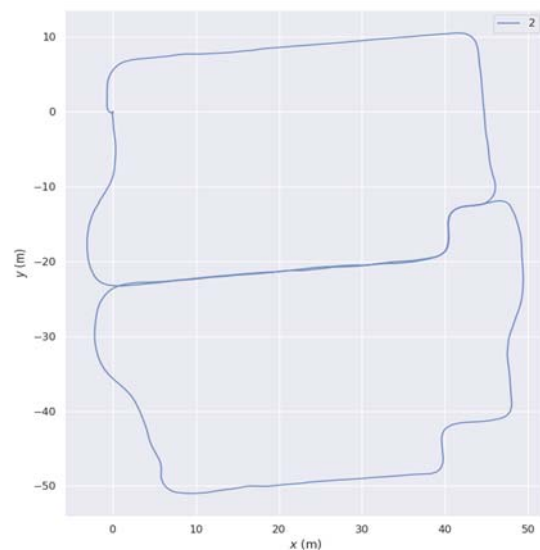


Fig.5 自己位置の推定結果

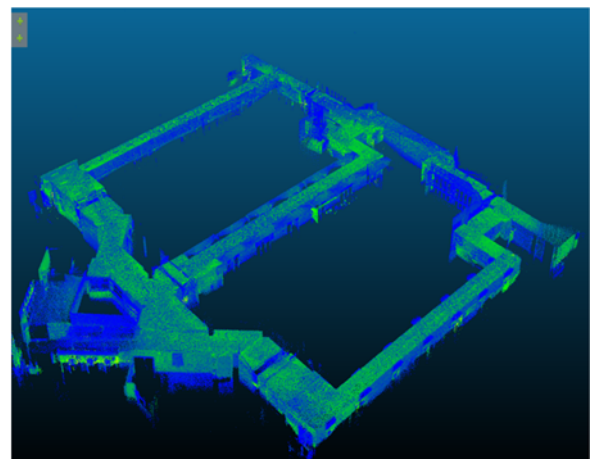


Fig.6 3Dマップの作成結果