

基準点を必要としない計測機器による 3 次元施設マッピング

JR 東日本 正会員 吉田 勝 恒

JR 東日本 正会員 阿部 洋 祐

ジェイアール東日本コンサルタンツ 正会員 ○長谷部 国彦

1. 目的

駅構内やトンネル内といった施設の設備管理には従来、建設時に整備した図面を利用することが一般的であった。しかし、数十年を経過した施設においては、度重なる改修により現況と管理図面とが大きく乖離していることがある。近年では地上型レーザースキャナーを用いることで、従来の測量手法に比べ効率的かつ高精度に施設内の計測を実施することが可能であるが、見通しのきかない範囲は基準点を新たに設置して観測回数を増やす必要があるため、限られた作業時間内に実施できる作業量には限界がある。

その一方で、今後導入が進むと考えられる BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling)においては、3次元モデルの作成負担を抑えることが求められている。そこで、ロボットによる屋内自律測位のために開発された SLAM(Simultaneous Location and Mapping)技術を応用した計測機器を用い、施設の効率的な 3 次元マッピング手法について、精度検証と土木分野での適用可能性について評価を行った。

2. 計測方法と検証

(1) 計測装置の構成と SLAM の原理

今回利用した SLAM 計測装置は 3DLaserMapping 社が販売する ZEB1 という商品で、小型軽量のレーザースキャナーとその下に組み込まれた IMU(Inertial Measurement Unit: 慣性計測装置)から構成されている。

この計測装置は自由に振動するレーザースキャナー部により周囲の環境形状を計測し、その形状データを基に装置自身の位置も推定することにより、位置と周辺の地図作製を同時に行う計測方式である。(図 1、表 1)



図1 ZEB1 の構成

表1 ZEB1の主な諸元

点群記録速度	43,200点/秒
ばらつき	30mm
最大計測距離	30m
レーザークラス	クラス1
レーザー視野角	270度
計測部寸法	60×60×360mm
計測部重量	665g

(2) 精度検証

精度検証は 8.0×8.0×2.7m の閉鎖空間をフィールドとし、空間内に予めトータルステーションにより中心座標を求めた、直径 40cm の立体ターゲットを基準点として設置した。そして、計測開始点と終了点が同一点となるように、計 27 回繰り返し計測した。(図 3)

そして、基準点の計測結果を、また、装置の軌跡と姿勢のデータ(以下、トラジェクトリと呼称する)が同一の点に収束するかどうか、閉合差を評価する方法により確認した。その結果、基準点誤差としては 3cm 以内、閉合差についても水平垂直いずれも平均 5cm 以内、おおむね 10cm 以内のばらつきで収まった。(図 4,5)

以上の計測は、本計測装置について経験の異なる複数の観測者によったが、個人差は現れなかった。

キーワード 測量, 空間情報, SLAM, BIM, CIM

連絡先 〒151-0053 東京都渋谷区代々木 2-2-1 新宿マインズタワー5F TEL03-3373-6007



図3 検証のための計測作業状況

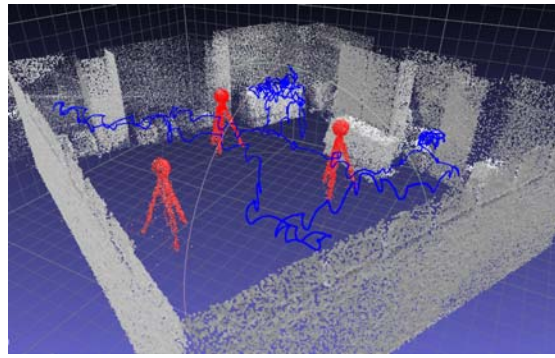


図4 計測結果とトラジェクトリ

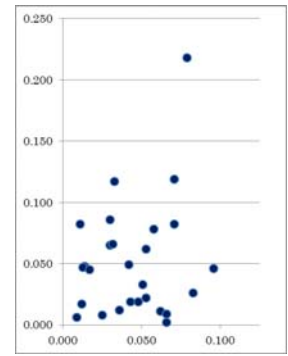


図5 閉合差(母数 27)

(3) 効率的なマッピング手順

地上型レーザースキャナーにより得られるのは 3 次元点群データである。点群データは離散的な計測データの集合であり、そのまま地図として視認するのは難しいため、効率的に平面図化する以下の方法を考案した。

点群を床面に対して地点で水平にスライスすると、断面図が作成される。この際、2 断面以上作成しておくことで、施設状況を確認しやすい。この断面図を地図作成の図化素図として利用した。既存の図面と比較することで、建設時には存在しなかった構造柱の化粧板や、諸設備の設置状況が把握することができた。(図 6,7,8)

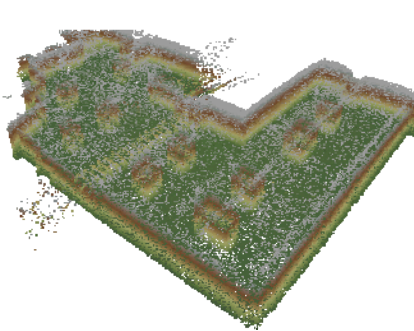


図6 計測データ



図7 点群から作成した断面図



図8 断面図と既存平面図の整合状況

3. 結果と考察

今回、複数の施設内において計測を実施し、設備管理図面作成に供したことで、以下の知見を得た。

計測装置の特性としては、SLAM の原理上、計測対象が移動体であったり、人の往来等がある場合はノイズが大きくなってしまい、計測精度が著しく劣化することが分かった。しかし、作業者による個人差も生じることはなく、一定の精度を保って計測できることが分かった。

作業時間は、大規模駅を計測する場合は延べ人数にして平板測量の 8 割減、地上型レーザースキャナの 6 割減と、大幅に削減できることが分かった。

4. まとめ

今回利用した計測機は搭載する装置の構成から数 cm のばらつきを有するため、建築限界管理など、精度が求められる計測には不向きである。しかし、基準点を必要としないこと、比較的高速かつ詳細に広範囲を計測することが可能であることから、日々変化し続ける施工状況のマッピング、作業時間が限られる軌道上での計測等に適していると考えられる。

参考文献

- 1) C. Thomson, G. Apostolopoulos, D. Backes, J. Boehm, MOBILE LASER SCANNING FOR INDOOR MODELLING, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5/W2, 2013



図9 池袋のいけふくろう