

SLAM 計測機を用いた屋内外の3次元施設マッピング

—博物館明治村における展示建造物の計測事例—

ジェイアール東日本コンサルタンツ 正会員 ○長谷部 国彦
博物館明治村 非会員 石川 新太郎
中日本航空 非会員 都竹 正志

1. 目的

コンピュータの計算能力が飛躍的に向上し、新しい計測技術の実用化が進んでいる。土木のフィールドに適用可能な手法として、ある空間をカメラの視点を変えながら撮影した複数枚の画像からその空間の3次元形状とカメラの位置を同時に復元する手法である SfM(Structure from Motion)、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)が実用化されている。これらは従来手法に比べ、コスト、スピード面で優れており、わが国でも導入が進んでいる BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling)において必要な3次元データ整備を加速させる可能性を有している。

本稿では博物館明治村の展示建造物である、明治45年(1912)建設(昭和50年移設)の隅田川新大橋と、明治40年(1907)建設(昭和39年移設)の聖ヨハネ教会堂を題材とし、屋内向け SLAM 計測機器を用いた屋外の土木構造物の計測可能性を、また、SfM 計測により得られた建物の外部形状と SLAM 計測による内部形状の統合について検討したので報告する。

2. 計測試験の内容

(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、小型軽量な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。



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

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仕組みである。(図1、表1)

(2) SLAM 計測機による屋外計測

屋内向け SLAM 計測機の仕組みは、閉塞空間をレーザープロファイラで計測し、自己位置推定と周辺環境の 3D マッピングを行うものである。レーザープロファイラによって計測された点群データの解析に際して、屋外のように天頂側のレーザ計測が難しい空間においても、計測結果が得られるかを確認するため、写真1に示すプラットトラス型の橋りょうにおいて計測試験を実施した。その結果、橋りょう上部にトラスの構造体があること、周辺に樹木の繁茂があることから SLAM の解析処理は良好で、図2、3に示す結果を得た。



写真1 隅田川新大橋の概観

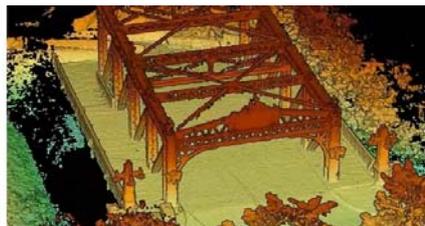


図2 同・計測結果(正面から)

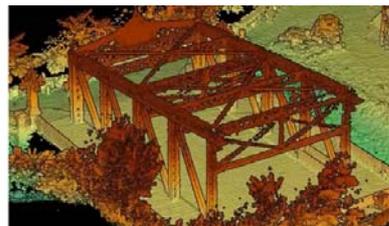


図3 同・計測結果(正面から)

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 TEL:03-3373-6007

(3) 屋内外の3次元モデリング

SLAM 計測機は屋内のデータ計測には適しているが、高所のように視通の利かない範囲の計測は仕組み上難しい。そのため、昨今ドローンの普及とともに導入が進んでいる SfM 計測と組み合わせることができないか試みた。SfM 計測では、逆に建築物内などのような狭い閉塞空間ではオクルージョンが生じやすく効率が悪いので、2つの手法の組み合わせは、デメリットを補い合うことができるのではないかと考えた。

いずれの手法も、スケールを持った計測結果である3次元座標を持った点群データの形でデータを得ることができる。そこで、図4に示すように、それぞれの形状が合致するよう位置合わせとデータの合成処理を施すことを試みた。図5は合成処理後のデータ表示であるが、計測装置固有の計測誤差があるものの、建物内外の計測データは整合し、かつ建物内外の様子がわかりやすく表現されていることが判る。

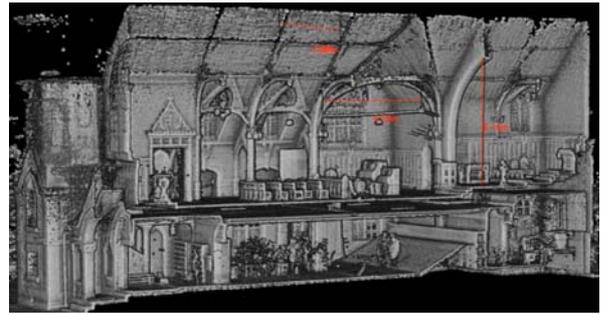
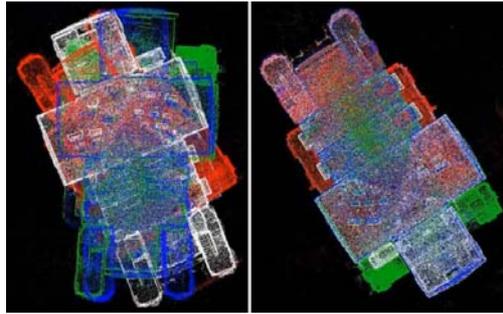


写真2 聖ヨハネ教会堂

図4 同・位置合わせと合成

図5 同・合成データのスライス図(手前側を非表示)

データ合成結果を概観すると、それぞれ別途計測した一階、二階のフロアの様子、そして、柱、床、天井などの建物構造がわかりやすく表現されている。建物の平面図と計測データを比較してみたところ、図面では表現されていなかった柱や間仕切りの状況が計測データから確認することができた。(図6, 7)

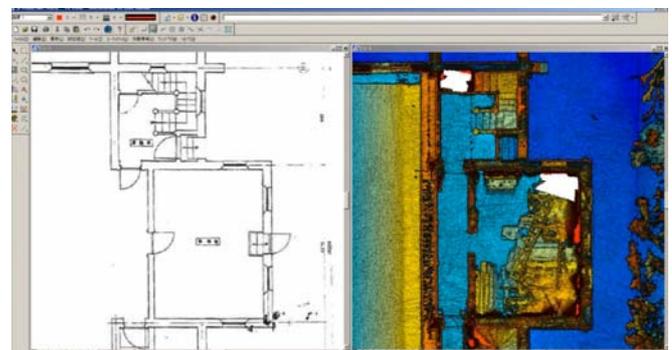
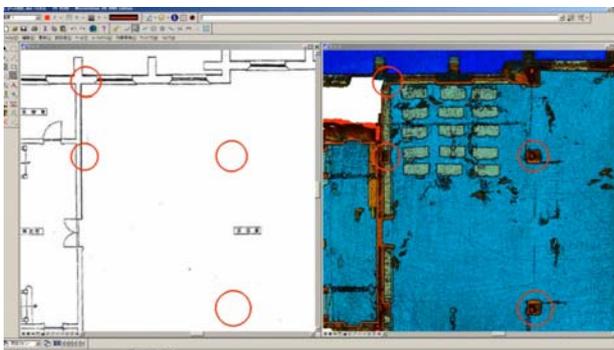


図6 建築図面に無い柱を確認(左:図面/右:データ)

図7 建築図面に無い間仕切りを確認(左:図面/右:データ)

4. まとめ

筆者らは、これまで設備管理の観点から、管理に必要な平面図、そして3次元データの効率的な作成方法について検討し、そのうち有効な計測手法の一つとしてSLAM計測機を屋内の計測用途で採用し実務的に利用している。¹⁾今回、屋内向けSLAM計測機によっては計測できないと考えていた屋外での計測試験を経て、土木構造物、大規模建築物の現況を短時間かつ詳細に計測する場合には大変有効な手法であるということを確認することができた。既存の3次元計測装置に比べ低価格な商品も販売されているため、3次元データの構築に悩まれている場合には、まず試してみることをお勧めする。

参考文献

1) 吉田勝恒, 阿部洋祐, 長谷部国彦, 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, 土木学会論文集, VI-006, 2016