

デジタルツインのためのモバイルスキャナの時空間精度保証

Spatio-temporal Accuracy Guarantee of Mobile Scanners for Digital Twin

長坂 新 中川 雅史
Arata Nagasaka Masafumi Nakagawa

芝浦工業大学
Shibaura Institute of Technology

1. まえがき

デジタルツインはセンサによる物理空間データの取得、デジタル空間への複製、シミュレーション、シミュレーション結果の物理空間へのフィードバックからなるサイクルに基づいて高度な社会課題の解決を図る概念である。物理空間の形状を高精度に捉えるセンサとして Light Detection and Ranging (LiDAR) スキャナが挙げられる。しかしながら、都市空間には遮蔽物が多く、V2X 用のスキャナや監視カメラのようにスキャナを設置しただけでは、高い網羅性を実現することは困難である。そこで、自動運転自動車や自律移動ロボット（以下、プローブ車両と呼ぶ）に搭載されたモバイルスキャナから得られるセンサ情報を統合することが有効であると考えた。しかしながら、移動体に搭載されたセンサ情報は位置的・時刻的の両面で精度が低いと考えられる。これは、モバイル機器は高精度な測量用に設計されておらず性能が低いためである。一方で、一般にシミュレーションの精度を高めるには入力データの精度が求められるため、デジタルツインで高度な社会課題を解決するためには、取得データも信頼できるものである必要がある。そもそも、3次元マップは測量分野のみならず、ロボット工学の分野でも研究が進んでいるが、点群の時間精度やグローバルな位置精度の保証については議論が少ない。本研究では、固定スキャナに基づいてプローブ車両の位置的・時刻的な精度保証し、時系列地図を生成する手法を提案すると共に、実験を行い、評価を行った。

2. 手法

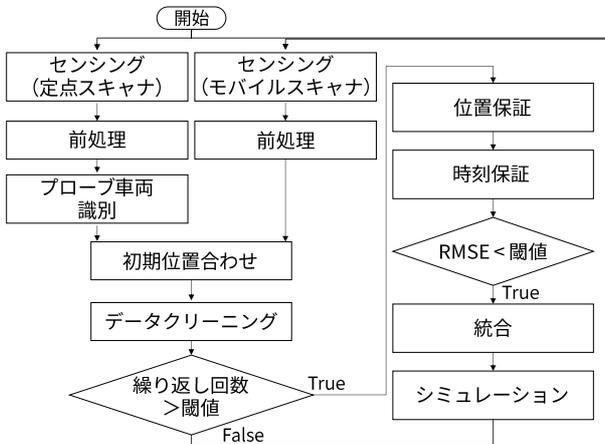


図1. 提案処理の流れ

図1に提案処理の流れを示す。固定スキャナからプローブ車両の位置を識別し、レジストレーション処理をすることで位置を保証し、対応づけされたデータ間の残差評価に基づいたフレーム間の対応付けを照査することで時刻を保証する。

3. 実験

芝浦工大・豊洲キャンパスにおいて歩行計測実験を行った。実験環境には、障害物や行人などの特徴物を含めた、定点スキャナには非反復 LiDAR スキャナ (HORIZON, Livox)、移動体スキャナには非反復 LiDAR スキャナ (AVIA, Livox) を用いた。姿勢推定には AHRS (MTi-G-710, Xsens) を用いた。位置取得は GNSS 受信機 (ZED-F9P, u-blox) および東京海洋大学の民間等電子基準点を用いた RTK-GNSS 測位 (基線長は約 800m) を適用した。

4. 結果

表1に項目別の処理時間を示した。データクリーニングやプローブ車両識別、位置保証に時間を要していることが示されている。

表1. 処理時間

処理順序	処理項目	処理時間 [ms]	
1	前処理	定点スキャナ	12.4
	移動体スキャナ	1.1	
2	プローブ車両識別	95.8	
3	データクリーニング	415.7	
4	位置保証	82.6	
5	時刻保証	5.6	
合計		612.1	

表2に最確値と各指標の残差を示した。指標1は定点スキャナによる識別座標値、指標2はレジストレーション後の座標値であり、レジストレーション後も残差が大きいのことが示されている。

表2. 残差

算出対象	残差 [cm]		
	最小	平均	最大
指標1	75	80	88
指標2	8	11	17