

スマートデバイスのLiDAR センサーを用いた計測の実用性検証

大成建設(株)土木技術部 ICT 推進室 正会員 ○長谷川 貴哉 正会員 佐藤 将路
平出 斉

1. はじめに

昨今の少子高齢化による担い手不足に加え、令和6年度から適用される働き方改革関連法に備え、建設業でも劇的な生産性向上が求められており、さまざまな取組がされてきている。近年では、起工測量などで現況地形や既設構造物などの測量にレーザスキャナや UAV が活用され、広域で複雑な地形も短時間かつ少人数での測量が可能となってきた。また、国土交通省も BIM/CIM の展開に合わせ、ICT や UAV を活用した 3 次元測量を進めるべく各種基準類を整備してきている。こうした中、LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) センサーが搭載された携帯端末が市販されてきており、3 次元計測が安価で簡単にできるようになってきている。

そこで、この LiDAR 搭載の携帯端末がどこまで現場で使えるかについて検証を行った。ここでは、その検証結果を報告するとともに、計測精度向上のための手法や土木現場における活用場面について、ひとつの提言を行うものである。

2. 精度検証

(1) 検証条件

今回の検証では LiDAR センサーが搭載されている iPad Pro (第3世代) と iPhone 13 Pro により計測を行った。iPhone には、スタビライザーを用いる。アプリとしては、iOS アプリの「3D Scanner App」(以下、本アプリ)を使用した。アプリは、画面上で距離計測や体積計算が可能で、メッシュや点群データの出力に対応し、汎用性が高いという利点があることから選定した。

(2) 検証方法

図-1 に示す部屋の壁に対し、iPad とスタビライザー付 iPhone でそれぞれ 10 回ずつスキャンを行う。本アプリの計測機能で、部屋の端部①、③と中央部②の計3ヶ所で壁から壁の間隔(=307cm)を測定する。この約3m×8mの部屋で、計測1.5分程度、解析1分程度でスキャンが完了する。



図-1 対象とした部屋の寸法とスキャン経路

(3) 検証結果

a) 端部①、③と中央部②との比較

①～③の計測点間のスキャンの経路を図-2 に、端部①、③と中央部②におけるスキャン経路長と誤差の散布図を図-3 に示す。端部では概ね誤差 5cm 以内であるのに対し、中央部では 10cm 程度の誤差が出ている。これは、中央部の経路(10.5m)が端部の経路(3.5m)よりも長いと考えられ、誤差が経路長におおよそ比例して大きくなることが分かった。

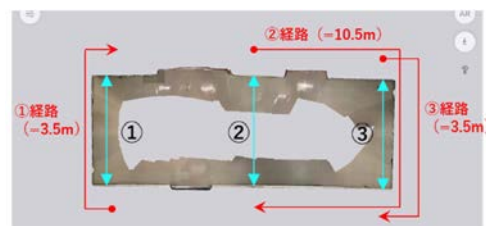


図-2 ①～③の計測点間のスキャン経路

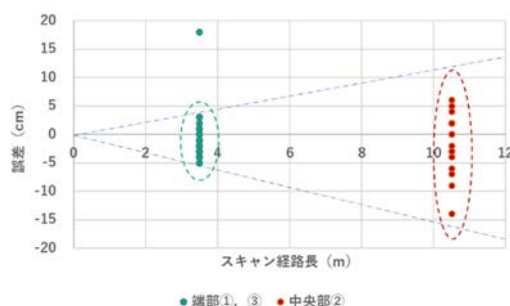


図-3 スキャン経路長(m)と誤差(cm)の関係

b) iPad とスタビライザー付 iPhone の比較

iPad とスタビライザー付 iPhone の、誤差の度数分布(各 N=30)を図-4 に示す。標準偏差が iPad で 5.0cm、スタビライザー付 iPhone で 2.7cm と、スタビライザーを使うことでばらつきが抑えられ、精度が向上した結

キーワード BIM/CIM, 3D スキャン, 点群, メッシュ, LiDAR

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 (新宿センタービル) TEL 03-5381-5043

果となった。また、全体としては概ね誤差 5~10cm 程度に収まり、出来形検測には適用しないが、施工検計や協議で十分活用できることが確認できた。

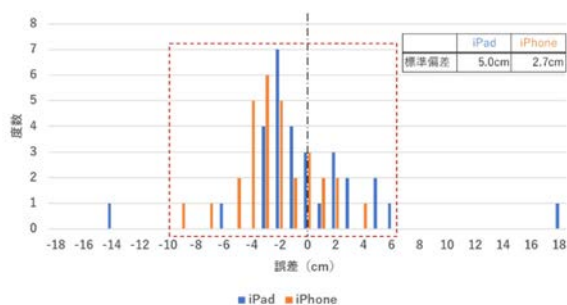


図-4 iPad とスタビライザー付 iPhone での誤差の度数分布

3. 出力データと活用方法

(1) 点群データとメッシュデータの特性

本アプリの出力形式は様々あるが、点群データとメッシュデータの大きく 2 種類に分類できる。

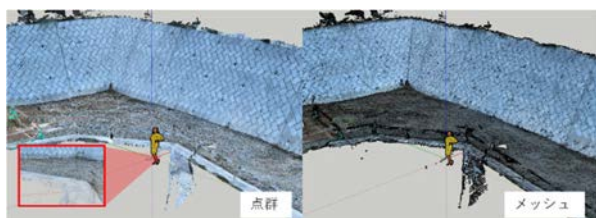


図-5 点群データとメッシュデータの比較

点群は、拡大表示すると密度が薄くなり見えにくい箇所がある。長所は、SketchUp 等の 3D モデリングソフトで、点群を参照しモデルを作成しやすい点が挙げられる。図-6 のように、主に直線や平面で構成される対象物は、点群で出力し 3D モデリングソフトを使うことで容易にモデル化できる。

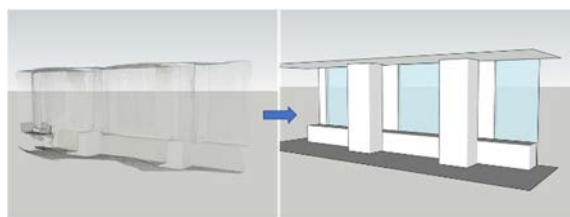


図-6 点群からモデル化した事例

一方、メッシュは、重機や地形のような複雑な形状の表現に向いている。画像が貼られているので、拡大しても見栄えが良い点や、一部切り取りなどの編集が容易にできる長所が挙げられる。それに対し短所は、データ量が大きくなるという点が挙げられる。

(2) 進捗報告や協議のためのツール

日々の進捗報告や、客先との協議を円滑に進めるためのツールとして活用できる。図-7 にその例を示す。

3D モデルとして保存できるため、いつでも任意方向からの表示や、距離計測や体積計算が可能である。



図-7 3D Scanner App を日々の進捗報告で活用した例

(3) 図面や地図、航空写真データとの連携

3D モデリングソフトを使い、2 次元図面や、世界測地系座標の情報を持った地図や航空写真をインポートできるので、本アプリの出力データとそれらのモデルを重畳することができる。航空写真に、地形や重機のメッシュデータを重畳したモデルを図-8 に示す。



図-8 航空写真データと 3D データの重畳

4. おわりに

一人で簡単に空間を 3 次元計測できることから、従来、複数の人員でレベル測量器やスチールテープやコンベックス等を使っていた計測作業を飛躍的に効率化できると考え、現場展開を強力に進めているところである。近い将来、携帯電話のカメラ機能が野帳の代わりになったように、どこの現場技術者も当たり前のように LiDAR によるスキャンを使い、現場の記録ツールとして活用している姿をイメージしている。一方で、これからの土木技術者は土木技術のみならず ICT のリテラシーを備えることが求められ、その活用に当たりその仕組みや精度も理解しておくことも重要だと考える。本論が今後の建設業界における DX 実現の一助となれば幸いである。



図-9 iPhone を用いた 3 次元計測のプロモーション