

iPad Pro の LiDAR を用いた広範囲点群スキャナアプリの開発

国土防災技術（株） 技術本部 正会員 ○何 徳平 正会員 白井 大介

1. はじめに

近年発売された iPhone Pro や iPad Pro には LiDAR スキャナが搭載され、周囲の物体との距離を計測し、3次元座標の取得を可能にした。これに伴い、スキャンされた現実空間を3次元モデルとして出力可能な3次元スキャンアプリが多数公開されている。これらのアプリを活用することで今まで取得することが困難であった現場状況が3次元点群データで手軽に入手できるようになっている。

アプリのスキャンの方式は大別して、メッシュスキャン（例えば、3D Scanner App や Scaniverse）と点群スキャン（例えば、Sakura3DSCAN や pronoPoints Scan）の2種類がある。メッシュスキャンは広範囲のスキャンが可能であり、取得したテクスチャマップの3次元モデルは図-1左に示すように、写真に匹敵するほど細部が表現されている。一方、テクスチャ画像の貼り付け先であるポリゴンメッシュの精度により、細かい物体や複雑な形状を区別することが困難な場合もある。図-1右では1つのメッシュに含まれている石礫群の凹凸が表現されておらず、高さ方向の値は同じになっている。また、点群スキャンでは複雑なモデルの形状を正確に計測できるものの、1回で取得できる点群数は1,000万点程度のもが多く、広範囲の現場では事前に位置合わせ用のマーカーを設置し複数回に分けてデータを取得する必要がある。さらに、そのデータの合成を行う度に誤差が累積する課題がある。

本研究では、広範囲で利用可能な点群スキャンアプリを開発し、計測値と実測値との比較を行った。



図-1 メッシュスキャンの例

2. スキャンアプリの実装

(1) iPhone/iPad Pro LiDAR の特徴

iPhone/iPad Pro LiDAR は、外光に強く屋外での長距離測定に向いているdToF(direct Time of Flight)方式を採用している。解像度(面) 9×64 ドットで最大5メートル先までの計測が可能である。

(2) 開発に利用したフレームワーク

iOS開発者向けのARフレームワークのARKitを利用した。ARKit4 (iOS14) 以降、LiDARセンサを用いたDepthAPIが追加され、計測した周囲の深度情報を画像化して取得可能になった。端末背面の広角カメラから取得されたRGB画像と深度情報が端末内で融合され¹⁾、DepthAPIを通じて高密度の色付きの深度マップが作成できる。この深度マップを点群データとして出力できる。

(3) 広範囲スキャン機能

ARKitではアプリを起動した時にワールド座標が決まる。開発したアプリでは、起動時のデバイス中心の位置が原点となり、以降に取得するデータではスキャンした点群データの座標(XYZ)が起動時に取得した共通の原点をもつワールド座標で記録される。アプリのパフォーマンスと操作性を検証し、図-2のように同じ原点で計測した点群データ500万点ずつをバイナリ形式のPLYファイルとして保存する仕様とした。このデータは点群処理ソフトで位置合わせ処理をすることなくマージ可能である。これにより、広範囲の点群スキャンが容易に実現できる。現時点では、デバイス性能の制約から、スキャン可能な範囲には限界がある。

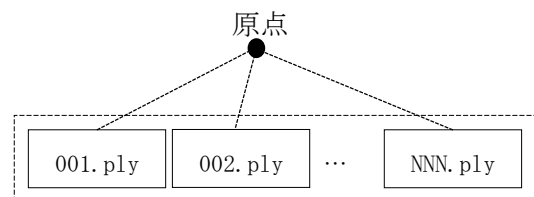


図-2 1回の計測例

キーワード iPad Pro、LiDAR、点群スキャンアプリ

連絡先 〒330-0074 埼玉県さいたま市浦和区北浦和 2-12-11 国土防災技術（株） 技術本部 TEL: 048-833-0422

3. 計測点群の検証

(1) 計測概要

LiDARスキャナの性能検証のため、開発したアプリで土留工の点群データを取得した(図-3)。計測した範囲は25m×8m程度で、1.2m離れた位置から欠測がないようにiPad Proを上下に振りながら歩いて計測した。点群数はおよそ1億2,975万点、計測時間は約5分であった(表-1)。設置型のLiDAR計測器に比べて計測が手軽で、計測中に機器を持って移動しながらデータを取得できる。取得した点群データを拡大すると対象物の詳細な形状が確認できた(図-4)。

(2) 実測値との比較

実測値と点群上での計測値の比較結果を表-2に示す。NO.1の計測場所は図-5の亀裂で、NO.2~9は同じ条件で計測した他の土留工の亀裂である。誤差は1.0 cm未満だった。したがって、実際の業務に十分使える可能性が示された。

(3) 断面図

断面図(図-5)を作成した。土留工と石礫の形状が明確に区別できることを確認した。

4. 今後の課題

開発した点群スキャナアプリでは、カメラに映る範囲で自動的に高密度な点群データを取得できた。一方で、同一地点が複数回スキャンされることから、重複した点群が作成された。また、点群取得中に端末がブレることからノイズが生じた。ノイズの自動除去と大量の点群の効率良い処理が課題である。

5. おわりに

開発した点群スキャナアプリにより設置型のLiDAR計測器に比べて手軽に効率よく業務に十分な精度で計測できる可能性が示された。現場調査や点検業務で活用できる機能を検証・追加しながら、アプリの開発を進めていきたい。

参考文献

- 1) WWDC2020-Explore ARKit 4
<https://developer.apple.com/videos/play/wdc2020/10611/>

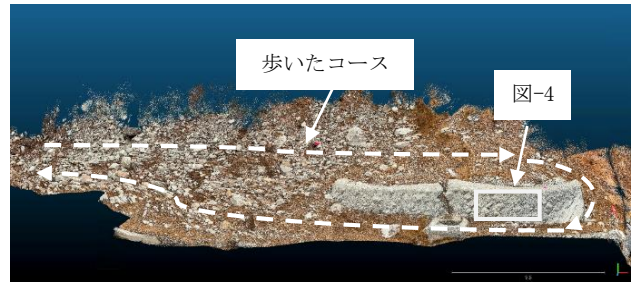


図-3 取得した点群データ (全景)

表-1 計測範囲の検証結果

範囲	約25m×8m
点数	12,975万点 (ノイズ含む)
密度	約64.9万点/m ²
容量	1.81GB (バイナリPLY形式)
計測時間	5分

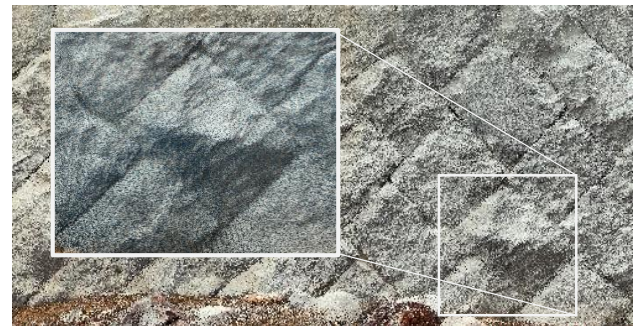


図-4 取得した点群データ (部分)

表-2 実測値との比較結果

NO	比較結果			
	実測(cm)	計測(cm)	誤差(cm)	誤差率
1	101.2	100.4	-0.8	-0.8%
2	106.0	105.7	-0.3	-0.3%
3	54.0	53.5	-0.5	-0.9%
4	59.0	58.7	-0.3	-0.5%
5	48.3	48.0	-0.3	-0.6%
6	64.0	63.7	-0.3	-0.5%
7	71.5	72.1	0.6	0.8%
8	59.0	59.3	0.3	0.5%
9	39.5	39.3	-0.2	-0.5%

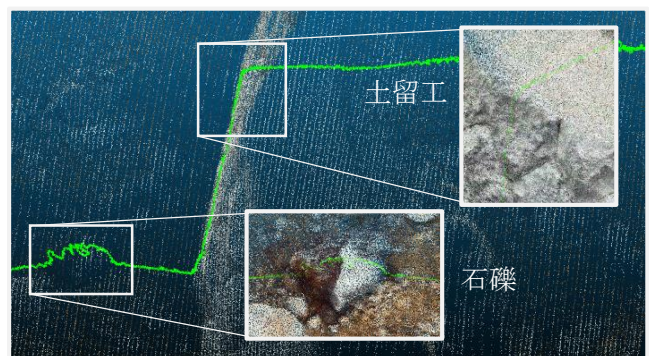


図-5 断面図の表示例