

3次元モデル作成に対する点群データの活用

小澤 尚輝・清水 真人・檀上 拓也 (国際航業株式会社)

1. はじめに

近年、建築・土木・地理情報分野において、3次元データが活発に利用されてきている。その中でも、構造物の管理・復元、各種シミュレーション、BIM/CIM等に3次元モデルは広く利用されており、その活用が注目されている。使用する3次元モデルは様々な手法を用いて取得された3次元点群データ(以下点群データ)を用いて作成しているが、精度担保を求められることは多い。

点群データは、主としてレーザ計測あるいは写真測量で取得されている。航空機や車両等に搭載された、あるいは地上に設置されたレーザスキャナやカメラが、点群データの取得に用いられている。しかし、どの程度の点密度で取得すれば十分な精度が担保されるかの検証が行われていない。

本発表では、点群取得の手法のうち、地上レーザ計測(TLS)に焦点をあて、点密度の担保が精度とどのように関連するかを検討した。

2. 実験方法

2.1 実験の概要

TLSは、屋内屋外を問わず、全方位の計測を行うことができ、車両の進入が難しい狭い場所や建物内部の計測に有効である。また、単位面積当たりの取得点数が非常に多いため、点群データから対象物の判読が容易であることから、詳細な3次元モデルの作成に用いられている。

対象物の3次元モデルを作成する際に、粗い点群データを用いると、対象物の詳細な形状を把握することが難しく、3次元モデルの精度に

影響が出てしまう。一方、非常に高密度な点群データを用いると、データ量が膨大になってしまい、処理にかかる時間が長くなってしまう。

求められる再現性を満たす3次元モデルを作成する場合に、どの程度の点密度を持った点群データが必要になるのか、現時点では明確な基準は定まっていない。

そこで、異なる点密度にて計測した6種類の点群データからそれぞれ3次元モデル作成を目的とした特徴点の抽出を行い、それらを検証点として個々のデータに対してどの程度の再現誤差が生じるかを調査し、3次元モデル作成において必要となる点密度について検討した。

本実験内では、復元図作成等を想定した詳細3次元モデル(5mm精度)と各種シミュレーション等を想定した概略3次元モデル(15mm精度)の2つの要求精度を設定して検討を行う。

2.2 使用した点群データ

今回の実験では、センサより照射されるレーザ光と、対象物に当たって跳ね返ってきた反射光の位相差から距離を求めるタイプのTLSに



図1 取得した点群データ

表 1 計測機器の諸元

モデル FARO	Focus3D X330
測定距離	0.6m ~最大 330m
測定点数	最大 976,000 点 / 秒
距離精度	± 2mm
レーザクラス	Class I
レーザ波長	1,550nm
垂直解像度	0.009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)
水平解像度	0.009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)
システム構成	GPS, コンパス
	二軸補正センサ
	Wi-Fi 機能

よって取得された点群データを対象とした。本実験では、容積約 205m³の一室を 11 か所で計測し、接合処理をした点群データを用いた。計測した点群データを図1に示す。実験に使用した計測機器の諸元は表1に示すとおりである。

2.3 3次元モデル作成手法を想定した検証点の精度検証

次に、得られた点群データから面の組み合わせによって構成された3次元モデルを作成した。

本実験では、計測した点群データに間引きを施し作成した点群データをもとに、そこから目視により対象物を構成する面を抽出することにより、3次元モデルを作成する手法を検討した。

間引いた点群データは、元の点群データ(640,000点/m³)を基準とし、点密度の異なる6種類の点群データ(① 71,200点/m³(11%)、② 25,600点/m³(4.0%)、③ 10,000点/m³(1.6%)、④ 6,420点/m³(1.0%)、⑤ 2,800点/m³(0.4%)、

⑥ 1,600点/m³(0.3%))を用いた。ここで点密度とは、計測全点/計測範囲の体積(約 205.5 m³)のことを指す。間引いた点群データの例を図2に示す。精度検証は図3に示す 21 点の検証点を用いて行った。

本実験の目的は「点群データから作成された3次元モデルの精度」の検証である。このため、点群データを用いて目視で対象物の形状を判断し描画した3次元モデル(面データ)を用い、そ

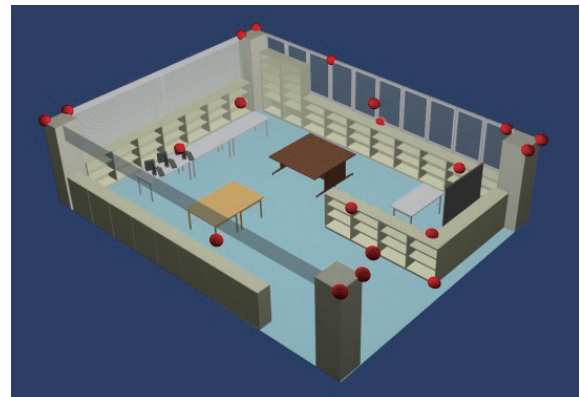


図 3 実験で使用した検証点の位置

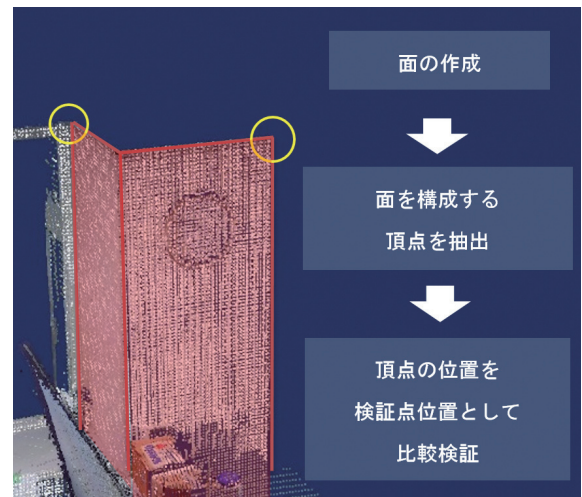


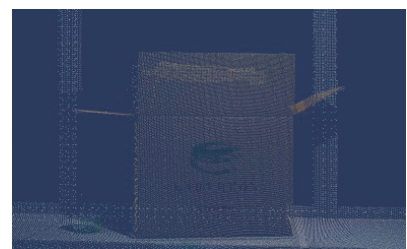
図 4 検証点の抽出イメージ



(i) 640,000 点/m³



(ii) 71,200 点/m³



(iii) 25,600 点/m³

図 2 点密度による視認性の差異

れらを構成する各頂点を検証点として抽出した。特徴点の抽出イメージに関しては図4に示す。

真値は間引き処理を行っていない元データから作成された検証点の3次元位置とし、点密度の異なる6種類の点群データの検証点との距離を計測した。

本実験では同一のオペレータが点密度の低い点群データから順に検証点の抽出を行った。

2.4 実験結果と考察

元の点群データの3次元位置を基準とし、点密度の異なる6種類の点群データとの3次元位置の差の統計量を表4・図5に示す。

以上の結果より、詳細3次元モデル(5mm精度)を作成する際には、① 71,200 点 /m²程度(元データの約 1/10 の点密度) の点群データが必要であると推定できる。

また、概略3次元モデル(15mm精度)を作成する際の点密度に関しては、⑤ 2,800 点 /m²程度(元データの約 1/200 の点密度) の点群データでも精度を担保できていることがわかる。しかし、オペレータによる精度のばらつきも考慮し、高めに点密度を確保することが望ましい。

実験結果より、活用の範囲による様々な要求精度に対して適切な点密度が選定できるため、

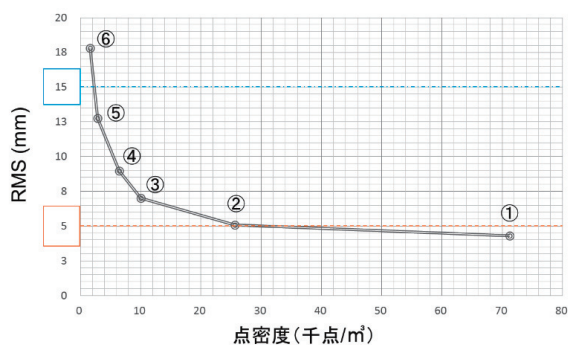


図5 点密度と RMS の関係

表4 3次元位置の差の統計量 (mm)

	① 71,200 点 /m ²	② 25,600 点 /m ²	③ 10,000 点 /m ²	④ 6,420 点 /m ²	⑤ 2,800 点 /m ²	⑥ 1,600 点 /m ²
検証点数	21 点	21 点	21 点	21 点	21 点	21 点
最大値	9.89	10.96	17.13	18.26	20.12	37.21
RMS	4.26	5.09	7.01	8.96	12.77	17.81

点群データの過剰取得の回避や計測回数の低減が可能になり、3次元モデルの作成のための作業の効率化が見込める。また、元データと比較してファイルサイズが減少するため、作業での点群データのハンドリングがよくなり、3次元モデルの作成効率向上が期待できる。

3. まとめ

今回の実験結果より、TLS で得られた点群データから、目視によるトレースにより、屋内の3次元モデルを作成する場合は、概略であれば 2,800 点 /m²以上、詳細であれば 71,200 点 /m²以上の点密度の点群データが必要であるという結論が得られた。

今回は屋内を対象とした検証を行ったが、今後は屋外を対象とした点群データを用いた3次元モデルの作成などについて検討を行いたいと考えている。その際、MMS や航空レーザなどの異なる計測機器で取得した点群データを用い、合成処理の最適化や別手法を用いた3次元モデルとの差異に応じた検討を進めることで、3次元データの活用が広がっていくことが期待できる。

■執筆者

小澤 尚輝 (おざわ なおき)

国際航業株式会社

naoki_ozawa@kk-grp.jp



(共著者) 所属は筆頭著者に同じ

清水 真人 (しみず まさと)

檀上 拓也 (だんじょう たくや)