

施工現場デジタルツインに向けたリトポロジーツールを用いたメッシュデータの軽量化に関する検討

国土交通省 国土技術政策総合研究所

正会員 ○大槻 崇

日立建機株式会社

正会員 早川 直樹

国土交通省 国土技術政策総合研究所

山下 尚

1. はじめに

近年、CAD 等で作成した 3D モデルや測量により得られる 3 次元点群データを用いて、施工現場のデジタルツインを作成し、各種ソリューションへ活用する取り組みが行われつつある。特に UAV やレーザースキャナなどの多点計測技術により得られる 3 次元点群データにおいては、現場の 3 次元形状だけでなく、色情報をもつことから、現場の見た目まで正確に再現することができる。一方で、3 次元点群データは形状の複雑さによらず表面積に比例してデータの容量が大きくなることから、現場が広いほどデータ容量が大きくなり、デジタルツイン環境で取り扱うことが困難になる。そこで本稿では、施工現場のデジタルツイン環境で扱うことを想定し、3 次元点群データから軽量のメッシュデータを作成する際の手順について、検討した結果を示す。

2. 想定するユースケース

デジタルツイン環境における 3 次元モデル等の代表的な利用目的としては、「1.自由な視点から完成予想図等を作成する」「2.3D プリンタ等でスケールモデルを出力する」「3.当たり判定等を用いて、各種シミュレーションに用いる」といったことが想定される。特に、前述の目的 2 および 3 においては、点群データのままでは扱い難く、メッシュデータであることが望ましい。またデジタルツイン環境においては、多数の 3 次元モデル等が扱われることから、できるだけデータ容量は小さいことが求められる。

以上のことから、本稿では 3 次元点群データをもとに、3 次元点群データの見た目を維持したままできるだけ軽量のメッシュデータを作成する方法について検討した。

3. 検討結果

3-1. 点群データからのメッシュデータ作成

点群データからメッシュデータを作成するため、オープンソースの点群処理ソフトウェア「CloudCompare」を使用することとした。このソフトは、LAS 形式や e57 形式など、多くのファイル形式の読み込み・表示に対応しており(図 1)、点群処理の基本的な機能を提供するソフトである。

点群データの読み込み後、「Edit」→「Normals」→「Compute」で点群の法線ベクトルを計算し、「Plugins」→「PoissonRecon」によりメッシュを生成する。その際、「output density as SF」にチェックを入れることで点群の密度に応じてメッシュを色分け表示することができ(図 2)、「Edit」→「Scalar fields」→「Filter By Value」で点群密度の範囲を指定することで、十分な点群密度の範囲のみメッシュを生成することができる(図 3)。

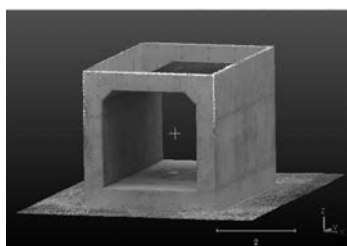


図 1：点群データの表示画面

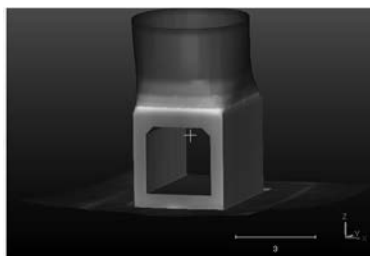


図 2：点群密度による色分け

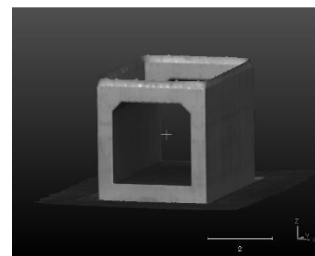


図 3：生成したメッシュ

キーワード デジタルツイン、点群データ、メッシュデータ、リトポロジー

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地 国土交通省 国土技術政策総合研究所 TEL029-864-7490

なお、本稿の図 1 の点群データのように、計測できていない箇所がある場合、図 3 のような穴の開いたメッシュが生成される。このような場合、CloudCompare で ply 形式に変換し、オープンソースの 3DCG ソフト「Blender」等に持ち込むことで、3DCG ソフトの機能を用いて容易に穴を塞ぐことができる。

3-2. リトポロジーツールを用いたメッシュデータの軽量化

点群データから作成したメッシュデータは、構成する頂点・面数が非常に多く扱いが困難である。そこで、元の形状を維持したまま面等の数を削減する「リトポロジーツール」を用いることで、メッシュデータの軽量化が可能である。本稿では、参考文献[1]のアルゴリズムを実装したオープンソースのツール「Instant Meshes^[1]」(図 4) によりメッシュの軽量化を行うこととした(図 5)。このツールは、メッシュの流れや維持したいエッジ等を GUI で設定でき、また構成面数を指示して軽量化メッシュを出力することが可能である。

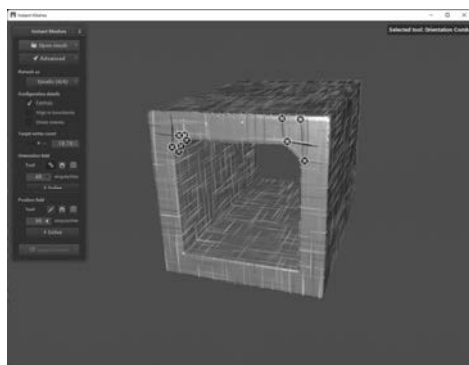


図 4 : Instant Meshes の画面

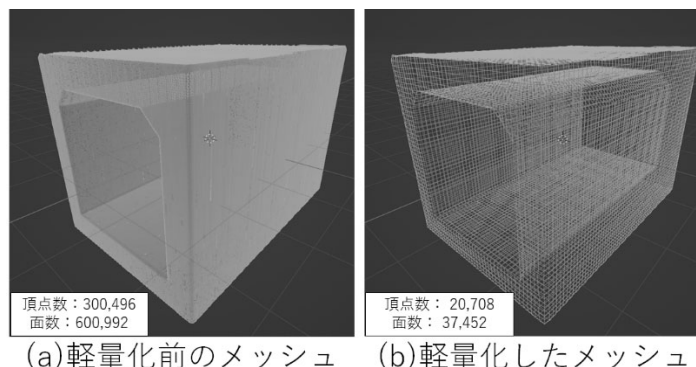


図 5 : 軽量化前後のメッシュ

3-3. 頂点カラーをもとにしたテクスチャ画像生成

点群データから生成したメッシュデータは、頂点カラー(頂点ごとの色情報)により見た目が表現される。よって、リトポロジーツール等により頂点数を削減した場合、オリジナルのデータの持つ色情報が失われる。このような問題を解決するには、頂点カラーをメッシュデータのテクスチャ画像にベイク(焼き付ける)ことが有効である。具体的な手順の一例として、Blender を使用する場合の手順を示す。まず軽量化前のメッシュのシェーダ設定(頂点カラーをベースカラーとして使用する設定)を行う(図 6)。次に、軽量化したメッシュにマテリアルを割り当て、UV 展開を行う(図 7 左)。その後、レンダープロパティから設定およびベイク処理を行うことで、軽量化前のメッシュの頂点カラーの情報と、UV 展開により生成された UV マップの情報と、をもとにテクスチャ画像に色情報が焼き付けられ(図 7 右)、軽量化したメッシュに色情報が付加される(図 8)。

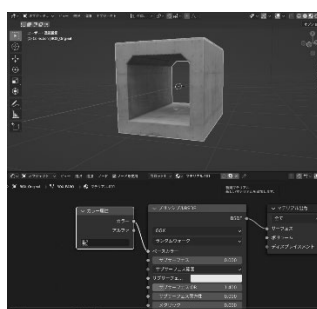


図 6 : シェーダ設定

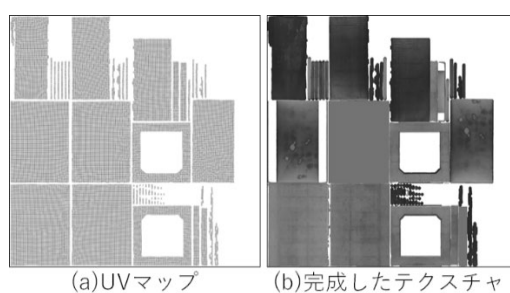


図 7 : UV マップとテクスチャ

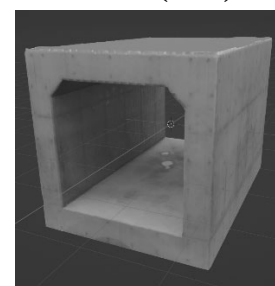


図 8 : 完成したメッシュ

4. 終わりに

本稿では、点群処理ソフトウェアにより 3 次元点群データ(本稿の例では約 700Mbyte)からメッシュデータ(約 40MByte)を生成し、リトポロジーツールを用いて見た目や形状を維持しつつデータ容量を削減する(テクスチャ画像を含め約 2Mbyte)方法を示した。今後、施工に関わるシミュレーション等の具体的なユースケースを想定し、本手法の有効性を検証する。

参考文献

- [1] Jakob, Wenzel, et al. "Instant field-aligned meshes." *ACM Trans. Graph.* 34.6 (2015): 189-1.