

移動ウィンドウを用いた曲面フィッティングによる ポイントクラウドデータ (PCD) の平滑化

永田研究室 F113040 堀江 紀史

1. 目的

Kinect は RGB カメラとデプスセンサを搭載したデバイスであり、物体を 3D スキャンし、3次元点群データであるポイントクラウドデータ (PCD) を取得することができる。2013 年にリリースされた KinectV2 では赤外線による TOF (Time of flight) 方式でデプス情報を出力している。従来モデルでは、赤外線のドットパターンを照射したときのゆがみ (Light Cording 方式) を解析することでデプス情報を取得していたが、TOF 方式では赤外線を照射し戻ってくるまでの時間の差を用いている。これにより従来よりも測定範囲、距離および解像度が改善されたデプス情報を取得できるようになったが、ノイズやまれに発生するデータ欠落の問題は解決されていない。そこで本研究では、移動ウィンドウを用いた曲面フィッティングによる PCD の平滑化のためのソフトウェア (スモータ) を Visual C++ を用いて開発し、評価した。また、PCD の切り取り機能と、3D プリンタに出力可能なステレオリソグラフィ (STL データ) への変換機能を開発し、評価した。

2. 研究内容

KinectV2 を使った PCD の取得には、オープンソースフレームワークである PCL (Point Cloud Library) に含まれる `pcl_io_savePCDFile()` 関数を用いた。PCD は ASCII 形式データであり、11 行のヘッダ部と 512×424 ドットから成る計 217,088 行のデータ部によって構成され、データ部の各行には座標値 (x, y, z) と色情報が記述されている。Kinect によって取得された PCD にはノイズが多く含まれているだけでなく、測定環境や測定対象によってデータが一部欠落するという問題が発生していた。このため、時間をおいて撮影した 2 つの PCD をもとに欠落部分を補完する機能と、2 つの PCD を合成させて解像度を高める機能を作成した。次に PCD の特徴を失うことなくノイズを減らすための平滑化処理について検討した。実際にはフラットな面を持つ被写体であっても測定された PCD には、数ミリのノイズ (振動) が生じている。この問題点を解決するために移動ウィンドウを用いた 2 種類の平滑化ソフトを開発し、評価した。1 つは平均と標準偏差を用いた移動平均であり、もう一つは最小二乗法を用いて曲面 ($z = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + f$) にフィッティングさせる平滑化手法である。最後に、平滑化された PCD から曲面を構成できる三角パッチを生成させることで 3D プリンタに出力可能な STL データに変換する機能を開発した。

3. 結果

開発したスモータを用いて PCD の処理を行った。最初に PCD の欠落点の補完処理を行い、欠落部を埋めることでデータの抜けをなくすことができた。次に平滑化されていないオリジナルの PCD (図 1) と、曲面フィッティングによる平滑化処理を行った PCD (図 2) の比較を行った。図 3 には平滑化された PCD から生成させた STL データを示す。従来の移動平均による平滑化処理に比べて、提案する曲面フィッティングを用いた方法では 2 次曲面をベースにした最適化処理を行ったため、元の形状の特徴を崩さずに平滑化処理を行うことができた。PCD の平滑化処理により、ノイズを軽減し物体本来の形状を抽出することができた。

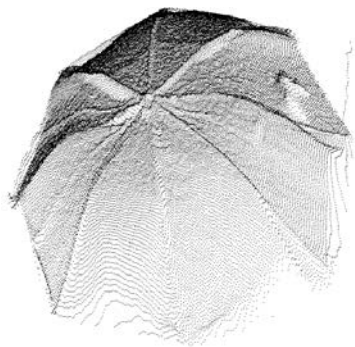


図 1 オリジナル PCD

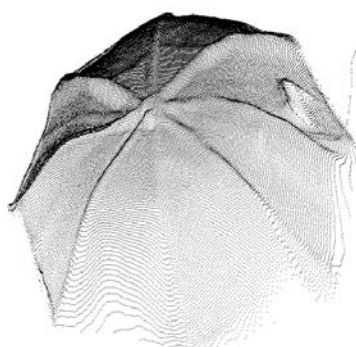


図 2 曲面フィッティング平滑化処理した PCD



図 3 PCD から生成された STL データ