

画像から作成した点群によるメッシュ生成

環境風土テクノ正会員○本田陽一 須田清隆 小浦場博
可児建設 可児憲生 立命館大学 建山和由

1. 目的

中小建設業では、小規模な工事が多く、短期間の工事完成や IT 系の人材確保などの要件もあり、CIM への取り組み、特に 3 次元モデルによる CIM への対応を難しくしている。

一方で、中小建設業では比較的小規模で工種が限定され、対象のエリアが限られる工事を担当することが多いことを考えれば、汎用の製品やオープンソースのソフトウェアなどを活用することにより、簡易的ではあるものの安価に 3 次元モデルを構築することも可能であると考えられる。

本研究は、汎用機器として安価かつ高精度な機器が入手できるカメラとオープンソースのソフトウェアを活用し、CIM として活用可能な数量データを得るための方策について検討したものである。

2. 点群のメッシュ化

2.1 点群からメッシュ作成の必要性

多数の視点から撮影した画像から点群を作成する技術の進展は目覚ましく、高い計算精度を持ったオープンソースソフトウェアも存在する。特に、オーバーラップ率や撮影方向などについて十分に考慮した撮影をえば、高精度の 3 次元点群データを得ることができる。

しかし、土木工事の現場においては地形や機器配置等の制約から必ずしも理想的な視点から撮影できるとは限らない。都市部などでは UAV の利用にも制約が大きく、地上からの撮影に頼らざるを得ない場合も多い。また、点群計算のためには特徴点のマッチングが不可欠であるが、テクスチャによってはマッチング可能な特徴点が十分に得られるとは限らない。そのため、一般のカメラにより撮影された画像から形成した点群は粗密の差が大きく、明らかなエラーが存在することもある。図 1 に Regard3D を用いて 100 枚以上の多視点画像から作成した点群の例を示す。擁壁状の構造物とその周辺地形であるが、高密度の点群が得られている領域と粗い点群の領域が混在している。

点群を用いる利点として、様々に視点を変えながら

形状を見ることにより地形や構造物の 3 次元イメージを確認できることがある。ただし、それは画面上に表示された画像情報としての利用であり、数値情報とはなっていない。

離散的な点情報から得られる数値情報は対象点の座標と他の点または面との距離や角度に限られる。CIM 情報として利用するために必要な 3D 形状モデルや、面積、体積を得るためにはなんらかのメッシュ化操作によって 3D のポリラインまたはサーフェス、ソリッドを構成する必要がある。

また、明らかなエラー点を確認するためには点の描画だけでは困難な場合もあり、そのためにもメッシュ化は有用である。



図 1 多視点画像から作成した点群 (約 22 万点)

2.2 メッシュ作成の方法

点群からメッシュを作成する手法には数多くの研究成果がある。主な方法として、(1)陰関数曲面でフィッティングする方法、(2)ドローネ三角形等の 3 角形パッチを作成する方法などがある。

レーザースキャナーにより計測した物体形状のメッシュ化には陰関数曲面による方法が有用であることが多い。この方法は点群の粗密の差が比較的小さく、3 次元物体表面上で閉じた点群に対して特に有効である。しかし、画像から生成した土木構造物の点群は 3 次元に閉じた点群が得られることは少なく、粗密の差も大きいことが一般的であり、この方法の適用が困難なことが想定される。

図 2 に Cloud Compare のプラグインにより作成した

キーワード：画像、点群、メッシュ生成

連絡先 〒165-0026 東京都中野区新井 1-1-58 ㈱環境風土テクノ TEL03-5318-9706

メッシュの例を示す。点群が密な領域の形状再現性は高いが、疎な領域では不完全な形状となるために後処理にて不要なメッシュを除去する必要がある。また、点群の座標は必ずしも形成されたメッシュ面上に位置せず、平滑化や形状が誇張がされることがある。さらに、形状再現性を高めようとするメッシュを細分化する必要がありデータ量が増大する、他の3Dモデルとの合成が難しいなどの課題もある。



図2 陰関数による方法で形成したメッシュの例

そこで、計測された点群の情報をそのまま利用できるドローネ三角形による方法を用いた。この方法は3次元座標をもった点群を一旦平面に写像する必要があるが、点の並びや粗密に無関係に三角形メッシュを作成することができ、適用範囲が広い。

ただし、平面内でメッシュ化するために、ひとつの平面に写像した際に隠れる部分（オーバーハング等）がある場合にはそのまま適用することができず、工夫が必要となる。図3に水平面上に投影して作成したメッシュを示す。構造物の壁面や梁の形状を再現することは出来ない。

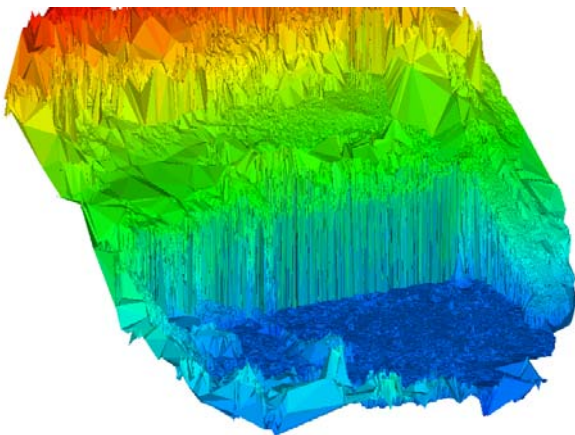


図3 水平面上で作成した3角形メッシュ

そこで、オーバーハングのない地形は水平面上の標高データとして扱うこととし、壁面や柱、梁等の垂直

面やオーバーハング面等はその面に平行な面へ写像することにより三角形メッシュを形成し、その後合成することとした。手順は以下のとおりである。

- ①点群の中から同一面を構成すると考えられる点を数点抽出する。
- ②抽出された点の組み合わせから平均平面を作成する。
- ③その平面近傍の点かつ他の面の近傍でない点をすべて抽出し、回帰平面を作成する。
- ④形成された面内で三角形メッシュを作成する。その際、回帰平面内に外挿点を配置することでメッシュ領域を若干拡大しておく。
- ⑤複数の面上にそれぞれ形成したメッシュ相互の交差を計算し、トリミングする。
- ⑥得られたメッシュを合成する。

なお、メッシュ形成にはデローニ三角形分割を主として用いたが、メッシュのトリミング処理ではアドバンスングフロント法による三角形形成を行った。

図4に合成の終わった三角形メッシュを示す。今回は地形として取り扱った部分との合成は行っていないが、15の平面に分けて作成したメッシュがひとつのメッシュとして合成されている。これは3次元座標を持ったサーフェスマッシュであり、もとの点群座標を保持している。断面図の作成や他の面（メッシュ）との間の体積算定などにも利用できる。地形として扱った領域のメッシュおよび仮定の基準面と合成することにより、ソリッドモデルとすることも可能である。

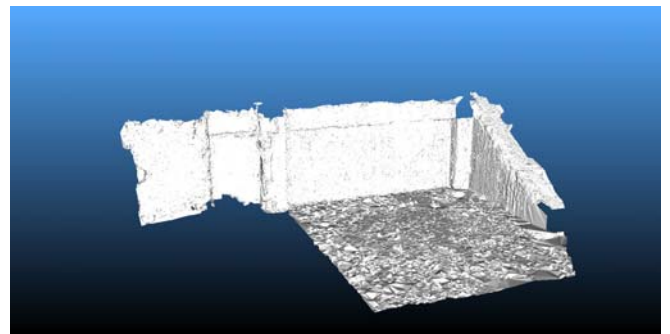


図4 個別平面上で形成して再合成した3角形メッシュ

3. まとめ

粗密の度合いが大きく、垂直面やオーバーハング面を含む点群からデローニ三角形による連続したサーフェスマッシュを作成した。

今回の方法では平面の抽出に対話型の作業が必要となるが、面の自動判定機能等による自動化を図りたい。