

# 点群を用いた任意視点全周囲画像の高画質化に関する研究開発 (102103014)

## Improvement of Panoramic Image Generation Using Point Cloud

### 研究代表者

中川 雅史, 芝浦工業大学

Masafumi NAKAGAWA, Shibaura Institute of Technology

研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

### 概要

臨場感のある空間情報基盤技術などの面から、人に優しい ICT を実現することを主眼とし、本研究開発では、①三次元コンテンツを一般ユーザーが容易に閲覧するため、三次元点群をストリーミング配信に適した形式へ変換すること、②少数の計測点データによって、複数視点からの全周囲画像を再現すること、③三次元点群を任意視点表示の際の写真品質での再現 を目的として、開発を行った。さらに、いくつかの実データを処理することで、提案手法の検証を行った。

### 1. まえがき

近年、三次元スキャニング技術や全周囲 (パノラマ) 画像合成技術は、臨場感のある空間情報基盤技術として注目されており、建設分野や情報分野、考古学分野、などに様々な分野において実用的に利用されているが、技術的にはいくつか課題がある。

三次元スキャニングは、レーザースキャナやステレオカメラによって、三次元座標値を保持する点の集合体である点群データを取得する技術である。点群データは、三次元空間上の自由視点から、計測された対象を正確に描画できる。しかしながら、描画における視点移動後に、計測データにおける隠蔽領域の露出や隠蔽の新規発生、点群間隔のばらつきの顕著化、透過効果 (視点手前の点群間に視点奥の点群が透けて見える現象) があり、高精度の三次元座標値を持っているにも関わらず、見た目の品質と臨場感が大幅に低下するという問題が依然として残っている。さらに、近年ではレーザースキャナのスキャニング速度の高速化と取得点数の肥大化が進んでおり、点群データの効率的な閲覧・活用手法が求められている。一方で、全周囲 (パノラマ) 画像合成技術等のイメージベースドレンダリングは、単純なデータ処理にも関わらず、ユーザーに高い臨場感を提供できる。しかしながら、撮影地点数による制約もある上、計測用データとして用いることは精度的に課題が多い。

これらの技術的な問題点は、三次元コンテンツの操作感および臨場感の低下や、臨場感のあるコンテンツ作成のコスト高を招く。ここで提案者は、点群データを画像として扱うことに着目し、レンダリングする過程で任意視点からの点群データに関する見た目の品質を向上させ、さらに、臨場感を持たせつつデータサイズを圧縮することで、手軽に点群データを閲覧できる手法が実現できると着想した。本研究では、この着想にしたがって、点群データを用いた、視点移動が可能であり高画質な全周囲画像の生成手法を開発することを目的とした。本研究開発によって、点群データを用いた高画質な全周囲画像を任意視点での生成が実現できれば、既存手法よりもユーザーに高い臨場感および操作感を提供することができる上に、三次元 CG 作成におけるコスト削減の可能性も高くなる。

### 2. 研究開発内容及び成果

本研究開発では、以下の研究開発項目を設定し、各項目を達成した。

- ・点群データをストリーミング配信に適した形式に変換
- ・1 地点計測データから、複数地点の全周囲画像を再現
- ・複数地点計測データから、複数地点の全周囲画像を再現
- ・点群データ (色付き) を写真品質で再現

- ・点群データ処理の並列処理への対応
- ・三次元空間情報ブラウザ試作版の開発

これらの項目を達成するために、①手法の設計 を行った後、地上設置型レーザースキャナ (RIEGL VZ-400 など) を用いて、数千万点から数億点の色つき点群データを野外環境 (大学キャンパス (江東区、さいたま市)、つくば市、尾道市など) において取得し、②計測データを用いた手法の検証 を行った。

本研究における提案手法は以下のとおりである。まず、色付き点群を、三次元空間から、パノラマ多層レンジ画像へ投影変換する。この投影処理は、ストリーミング配信を含めた視点移動や点群閲覧、空間フィルタリング処理を簡易化するために行われる。パノラマモデルは、球や円柱、立方体などのモデルを選択できる。任意視点から計測点への方向角と仰角は、視点と計測点で生成される三次元ベクトルから算出できる。方向角と仰角が、任意の空間角度分解能を持つレンジ画像上の行列番号へ変換されることで、点群データから球面パノラマ画像が生成できる。さらに、隠ぺい点の上書き、データ欠損部分への新点生成、隠ぺい点抽出と検出隠ぺい点に代替する新点生成に関する空間補間処理があり、レンダリング画質が改善されることで、単純な画像処理に適したパノラマ画像 (三次元座標値や色情報などを保持するレンジ画像) が生成される。

図 1 は、五稜郭において計測した点群データ (リーグルジャパン株式会社により提供) を入力して、既存手法と提案手法の処理結果を比較したものである。提案手法により、点群間隔のばらつきの解消や隠蔽領域の露出の解消、点群の透過効果の回避を判読することができる。



図 1. 既存手法と提案手法の処理結果の比較 (上図: 点群データの一般的な表示例, 下図: 提案手法による表示例)

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

研究成果の実用化に向けて、ユーザーの整理やサービス展開形態などに関して、起業に関する識者を交えての議論を行った（図 2）。これを踏まえて、データ活用事例を増やすことと、本研究において得られた成果を利用した新規技術開発を行っている。

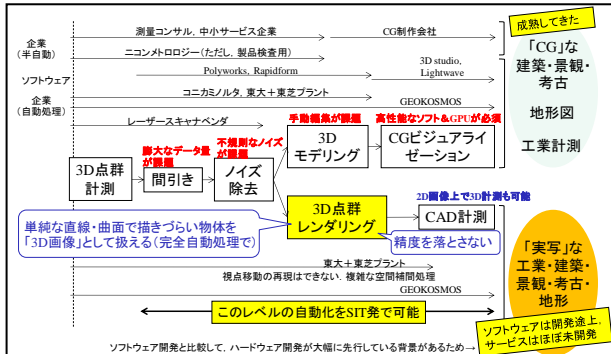


図 2. 研究成果の実用化に向けたユーザー整理結果の一部

#### 3. 1 データ活用事例

##### ①三次元震災アーカイブの高度利用

震災後に、Mobile Mapping System(s)で取得された車載センサ計測データ（アジア航測株式会社により提供）への適用も行い、本研究の手法が地上設置型レーザースキャナだけでなく、車両移動計測データでも適用可能であることを確認した。現在は、航空レーザースキャナデータへの適用も進めている。

##### ②歴史的建造物 3D コンテンツの高品質化

地上設置型レーザースキャナで計測した歴史的建造物である軍艦島（長崎市）の点群データを、建造物の維持管理や観光向け映像コンテンツ、AR アプリケーションなど多面的に活用するにあたって、長崎大学、長崎市および株式会社計測リサーチコンサルタントから点群の表示品質の向上（特に透過効果による影響）に関して、本研究の手法による解決を求められた。点群の透過効果に関しては、解決できることを確認している。

#### 3. 2 本研究の成果を利用した、新規技術開発

##### ①レーザー計測における鏡面反射の解消

レーザー計測において、計測対象に鏡面反射が存在する場合は、鏡像点の座標値がエラーデータとして取得される。このようなエラーデータの手動作業による削除は作業時間が大幅にかかるため、反射強度値を用いたフィルタリングの自動化が一般的に試みられているが、周辺の正常なデータも大量に削除されてしまうという課題がある。この課題に対して、本研究の手法を用いることで、自動処理かつ正常なデータの削除が起こらないという成果を得ている。

##### ②GIS ベースマップの生成

本研究における、点群を用いた全周囲画像生成技術によって、点群を、GIS 分野で普及しているオルソフォトマップ（正射投影図）へ変換することを試みた。この成果は、ナビゲーション用マップや、点群を用いた連続全方位映像の生成支援にも活用できている。

##### ③景観比較などのための視点再現手法の構築

景観変遷の再現・比較の一般的な手法としては、異なる時期の景観をビデオカメラでの撮影がある。しかしながら、同じ視点（位置・方位）や同一カメラワークで複数回撮影することは非常に困難である。異なる時期の景観を再現した、複数時期の CAD モデルの作成でも、景観変遷の再現

は可能であるが、臨場感やコストの面で課題がある。そこで、点群を用いた本研究の手法により、実写映像の「臨場感」と、「異なる時期における同視点（位置・方位）からの景観比較」を同時に実現できることを確認している。さらに、地上景観変化の新しい定量評価手法も提案している。

##### ④測位アプリケーション開発

防災や施工、施設維持管理の分野において、携帯端末を用いたナビゲーションや自律ロボットの運用が行われ始めているが、これらすべてには、自己位置・方位の取得が必要である。しかしながら、GPS や RFID, Wi-Fi で取得できる廉価な測位システムで得られる精度は一般的に 10m 程度に設計されているため、これらの分野での利用は限定的である。そこで、カメラを測位センサとして活用できる可能性に着目し、さらに本研究の成果を利用し、点群データを画像基準点として用いることで、測位データの精度をサブメータ精度に改善する手法を提案している。

### 4. むすび

本研究開発によって、点群データの高画質化とファイルサイズの圧縮の両立ができることを含めて、点群データから全周囲画像を任意視点で生成できるようになった。これは、三次元 CG 作成支援による三次元コンテンツ作成の短期化と臨場感向上の両立や、三次元データ利用に関する一般ユーザー利用環境の敷居を下げることで三次元コンテンツ普及の推進等につながるなど、社会的意義が大きい。

#### 【誌上発表リスト】

- [1]中川雅史、倉持里史、黒木雅人、“LiDAR VR による高速な点群データ補間法”、写真測量とリモートセンシング 2011、Vol.50 No.4 pp243-251（2011 年 9 月）
- [2]Masafumi NAKAGAWA, "LiDAR VR generation with point-based rendering", UDMS2011 (28TH URBAN DATA MANAGEMENT SYMPOSIUM), the Urban Data Management Society, pp223-230（2011 年 9 月）
- [3]Masafumi NAKAGAWA, "Digital camera as GPS Compass: Location matching using Point-cloud", The XXII Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 6.pp (2023), DVD-ROM (2012 年 8 月)

#### 【申請特許リスト】

- [1]中川雅史、黒木雅人、“他視点閉曲面画素値補正装置”、日本、2010 年 9 月
- [2]Masafumi Nakagawa, Masato Kuroki, “OTHER VIEWPOINT CLOSED SURFACE IMAGE PIXEL VALUE CORRECTION DEVICE, METHOD OF CORRECTING OTHER VIEWPOINT CLOSED SURFACE IMAGE PIXEL VALUE、USER POSITION INFORMATION OUTPUT DEVICE、METHOD OF OUTPUTTING USER POSITION INFORMATION”, USA, 2013.1.

#### 【受賞リスト】

- [1]中川雅史、日本写真測量学会 学会奨励賞、“LiDAR VR による高速な点群データ補間法”、2012 年 5 月
- [2]中川雅史、芝浦工業大学 宮地航一記念賞、“測量技術の高度化による学会表彰”、2012 年 11 月
- [3]中川雅史、片岡恒之輔、合馬将太、応用測量論文集論文賞、“パノラマ多層レンジ画像を用いた点群クラスタリング”、2013 年 6 月

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.sic.shibaura-it.ac.jp/~mnaka/>