

点群画像を用いた移動計測データ処理

電気通信大学 ○小平 圭祐, 増田 宏

Point Processing Methods based on Structured Mobile Mapping Data

The University of Electro-Communications: Keisuke Kohira, Hiroshi Masuda

A mobile mapping system is effective for capturing dense point-clouds of roads and roadside objects. However, it outputs huge point-clouds, and it is strongly required to reduce data sizes without deterioration of quality. In our previous work, we proposed a method to map 3D point-clouds on a 2D lattice using GPS time, rotation frequency and pulse repetition frequency of the laser scanner. In this paper, we propose a compression method for mobile mapping data. In our method, we segment point-clouds into continuous regions on a 2D lattice, and compress each region using the compression method based on PNG. We encode coordinates and intensity values using differences between neighbor points. In our experiments, we confirmed that our method could successfully compress mobile mapping data without deteriorating the quality.

1. 緒言

近年、道路周辺のインフラ設備を保守管理するための技術として、移動計測装置(Mobile Mapping System, 以後 MMS)が注目を集めている。MMS は車両の上にレーザスキャナ, GPS, IMUなどを搭載した装置で、道路周辺の地物情報を点群として取得することができる。

移動計測データの問題点として、データ量が膨大であることが挙げられる。MMSは時速約40kmで走行しながら計測する。そのため、計測距離は1日に200~300kmに及ぶこともあり、得られる移動計測データは大規模なものとなる。したがって、移動計測データを圧縮する手法が求められている。

一方で、我々はこれまでに、GPS時刻とレーザスキャナのパラメータを用いて、移動計測データを2次元に構造化する手法を示した[1]。これにより、移動計測で得られた3次元の点群を2次元の画像のように扱うことが可能になった。

本研究では点群画像を応用させた移動計測データ処理として、移動計測データの圧縮手法を提案する。生成した点群画像に対して、座標と反射強度を符号化して書き込んだ後に、画像ファイル形式に変換してデータの圧縮処理を行う。

2. 点群画像の生成

はじめに、GPS時刻とレーザスキャナのパラメータを用いて、点群を2次元に構造化する。移動計測で取得された点群は、計測された時刻を示すGPS時刻を保持している。レーザスキャナのスピンドルは一定速度で回転しているため、ある点の近くは1回転周期後付近に計測される。そこで、各点を持つGPS時刻から位相数と回転数を算出し、点群を2次元に写像する。生成した点群画像を図1に示す。この画像では、点が保持する反射強度に基づいて明暗値を定めた。また、点が格納されていないピクセルは、青色で表示している。

3. 点群画像上での連結成分の生成

ここでは、点群画像に対して領域成長法を施し、点群を連結成分ごとに分割する。はじめに、注目点の4近傍のピクセルに対して、座標の x, y, z 成分全てが閾値 D 以下ならば、2次元は同じ連結領域に属するものとみなし、領域を成長させる。ここでは、 $D = 255\text{mm}$ に設定した。点群画像に対して領域成長法を適用し、連結領域ごとに色分けした画像を図2に示す。また、生成した連結領域の点数が閾値 N 以下のとき、その領域をノイズとして除去した。本研究では $N = 30$ とした。

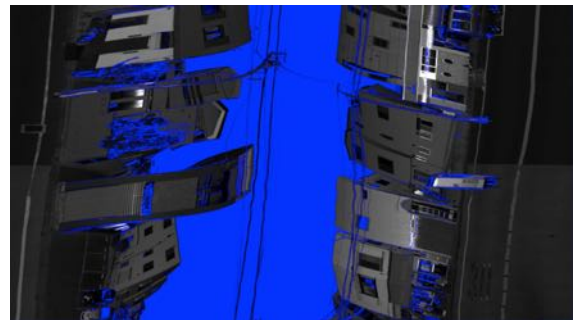


図1 点群画像

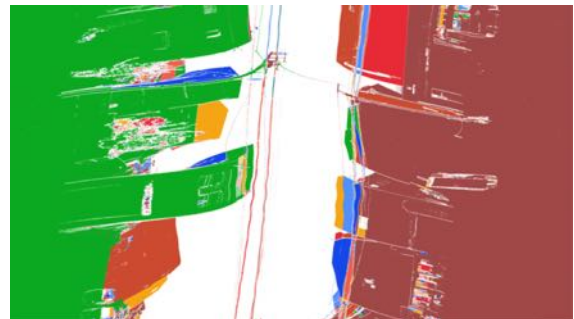


図2 連結領域ごとに分割された点群画像

4. 移動計測データの圧縮化

4.1. データ圧縮の概要

本研究では、各連結成分の点群画像に対して座標, 反射強度を符号化して書き込み, 画像ファイル形式に変換することでデータ圧縮を行う。画像ファイル形式として, 1チャンネルあたり8ビットのpngを用いる。pngはRGBチャンネルの他に透明度を示す α チャンネルを持つ。

はじめに, 各連結成分の点群間で座標の差分値を算出し, 量子化・符号化を行う。画像のチャンネルに符号化したデータを保存した後に, png形式に変換してデータ圧縮を行う。

4.2. 座標の差分算出

移動計測で得られた点群の座標値は桁数が多く, 情報量が非常に多い。そこで, 隣り合う点からの差分で座標を表現して, 桁数を減らすことを考える。

はじめに, 各連結領域の中でGPS時刻が最も早い点をシード点にする。これに対して, 既に述べた領域成長法を適用し,

シード点から領域を成長させていく過程のパスを求める。このとき、領域を拡張させると同時に、注目点と隣り合う点との座標の差分を算出する。すると、図3のように、各点の座標は、シード点の座標と通過する点との差分の和で表すことができる(図3)。

4.3. 座標と反射強度の符号化

ここでは、図4に示すように求めた差分の量子化・符号化を行う。はじめに、算出した各座標の差分値を1mm幅で量子化する。量子化した後に、差分を絶対値と正負の符号に分離させる。絶対値を8ビットの2進数に変換し、正の符号は1、負の符号を0と表現する。いま、連結成分の生成の際に設定した距離の閾値Dが255mmであるため、2進数に変換したとき8ビットで表現できることが保証される。各点に対して、XYZの差分をそれぞれRGBチャンネルに、正負の符号をαチャンネルの3ビットを用いて保存する。さらに、αチャンネルの使用していない残りの5ビットに、点が持つ反射強度を32階調にして保存する。符号化された点群画像を図5に示す。左図は符号化前の点群画像であり、右図が符号化後である。なお、赤ピクセルはシード点を表している。

最後に、各連結領域の点群画像をpng形式に変換して符号化したデータを圧縮する。本研究では、シード点の座標とシード点のGPS時刻を画像ファイルの名前にして保存する。圧縮したデータからは、座標、反射強度およびGPS時刻を解凍することができる。

5. 評価実験

計測移動計測データに対して、本手法を適用しデータ量の圧縮化を行う。本研究では、レーザスキャナとしてZ+F Profiler 9012の100Hzのモードで計測した点群を例題として扱う。計測地域は一般的な住宅街であり、点数は約1000万点である。

本手法を適用させた結果を表1に示す。本手法により、590.4MBの移動計測データのデータ量が、34.6MBまで減少した。圧縮率は5.8%であり、データ量を大幅に圧縮することができた。また、圧縮に要した時間は59.2秒であり、実用的な時間で処理することができた。

次に、圧縮データの解凍時間について評価する。ここでは、通常の移動計測データの読み込み時間と圧縮データの解凍時間を比較する。表2にその結果を示す。移動計測データの読み込み時間に対し、圧縮データの解凍時間は約1/3になった。理由としては、解凍のアルゴリズムが速いことと、データ量が小さいことが挙げられる。

最後に、図6に解凍した点群の例として、建物の壁面を示す。図6上は元の点群であり、下が解凍データである。解凍した点群に歪みや大きなズレはなく、元の座標を復元できていることが分かる。

6. 結論と今後の課題

本研究では、移動計測データを2次元に構造化し、画像ファイルに変換する手法を示した。これにより、移動計測データのデータ量を削減することができた。

今後は、また、保存する画像形式や離散化する幅を変化させ、さらにデータ量を圧縮させる手法を検討する予定である。

表1 移動計測データの圧縮結果

圧縮前	圧縮後	圧縮率	削減率
590.4 MB	34.6 MB	5.8%	94.1%

表2 移動計測データの読み込み時間と圧縮データの解凍時間

読み込み時間	解凍時間
35.2 sec	9.5 sec

参考文献

[1] 小平 圭祐, 増田 宏: 移動計測データからのロバストなメッシュ生成手法, 精密工学会秋季講演会2016

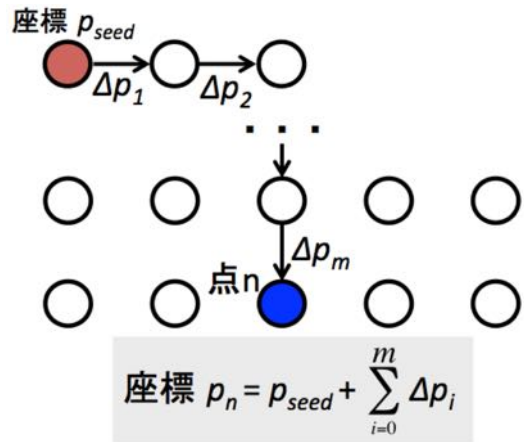


図3 連結領域の座標表現

差分[m]	量子化[mm]	符号	2進数
ΔX: 0.021	21	1	00010101 R
ΔY: -0.057	-57	0	+ 00111001 G
ΔZ: 0.124	124	1	01111100 B
		α	

図4 座標の符号化アルゴリズム

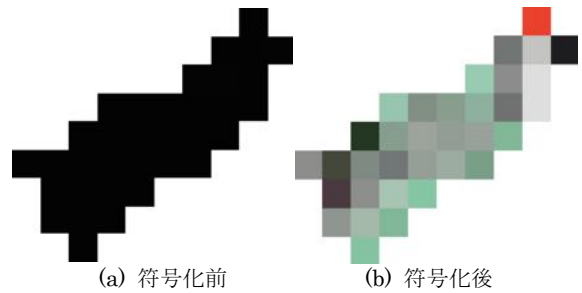


図5 符号化前と後の点群画像

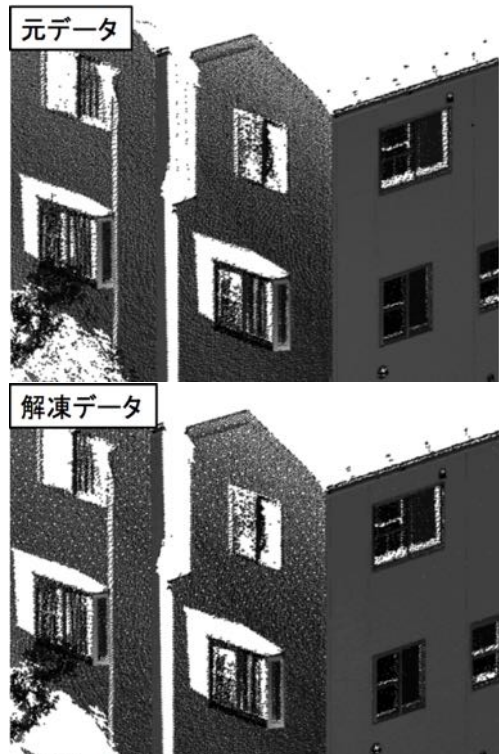


図6 元データと解凍したデータ