

# 写真からの3次元形状復元に関する試行

## TRIALS ABOUT 3D GEOMETRY RECONSTRUCTION FROM PHOTOS

宮地英生<sup>1)</sup>

Hideo Miyachi

1)博(工) 東京都市大学メディア情報学部情報システム学科 (〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西 3-3-1, miyachi@tcu.ac.jp)

Many systems have already established that acquire 3D point clouds, such as laser measurement and photometric measurement. However, although large amount of data can be easily obtained, a problem of difficult handling is becoming obvious. As a solution of large scale visualization problem, I have developed a conversion system from surface data to point data and a downsizing system of point data. This downsizing system can be applied to point data acquired from real world. So in order to confirm the effectiveness of the proposed downsizing system, I actually used several photometric measurement systems. As a result, these tools can easily obtain 3D shape, but the volume of the output becomes large, it was confirmed that downsizing is necessary.

**Key Words:** Data reduction, photometric measurement, point clouds

### 1. はじめに

Google社のARCore、マイクロソフト社のHololensなど、安価な装置で3次元形状計測が可能になり、一般に普及しつつある。著者は、大規模可視化の課題を解決するためにポリゴンデータを点データに変換するシステム、および、その点データを間引きするシステムを開発してきた[1-3]。この後半の間引きシステムは、ポリゴンデータを変換した点群データだけでなく、先に述べた写真計測による点群データにも適用可能である。しかし、これまでレーザ計測で取得したデータへ適用したことはあるが[4]、写真計測による3次元データには適用したことが無かった。提案手法は点群データを間引きするもので、そのデータの生成方法に依存しないことは明らかであるが、実際、写真計測が容易なものか、また、その結果、大量のデータが生成されるのか、実際にいくつかのシステムを使って検証作業をしてみた。本稿は、その試用レポートである。

### 2. 利用したツール

#### 2. 1 ReCap

ReCapはAutodesk社が提供するソフトウェア&サービスである[5]。アカデミックユーザに対しては、アカデミック利用の範囲でフリーライセンスが提供される。ソフトウェアをインストールの後、所定の情報を入力しライセンスを取得することで利用可能となる。

ReCapは、写真から3次元形状を復元する機能だけでなく、多くの機能を統合的に含むシステムである。ReCap Photoというシステムを起動すると図1のような画面にな

る。画面トップの”Create 3D”の”Object”ボタンをクリックする(図1の①)と、図1の②の画面に遷移する。中央の”Click anywhere to browse for files or a folder”のボタンをクリックするとファイルブラウザが表示されるので、そこでファイルを選択するか、ファイルを含むホルダを選択する。

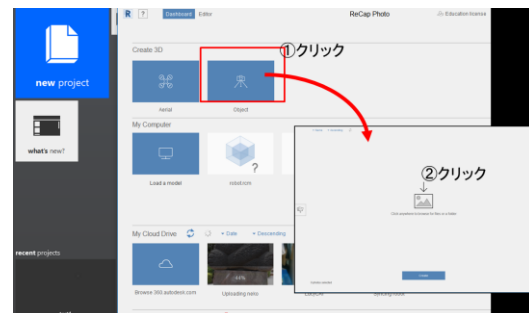


図1 ReCap Photoの起動画面と操作図

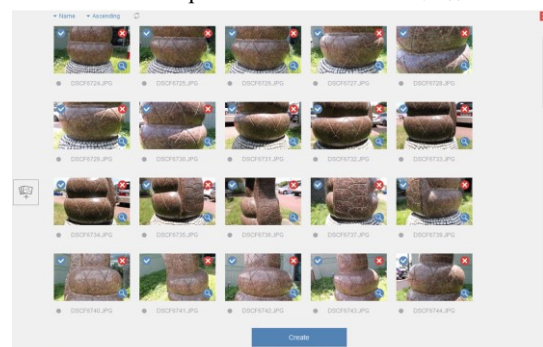


図2 ファイルを選択した状態  
ファイルを選択すると図2のように、選択したファイ

ルー一覧がサムネイルで表示される。ここで不要なファイルは赤色の×のボタンをクリックすることで消去できる。

“Add photos”ボタンから、写真を追加することもできる。但し、1回に扱える写真の数は100枚である。

必要な写真が揃ったら、図2の下側にある“Create”ボタンをクリックすると、図3“Create Project”の画面になる。ここでプロジェクトの名前（英文字のみ）を入力し、“Start”ボタンをクリックすると画像のアップロードが始まる。

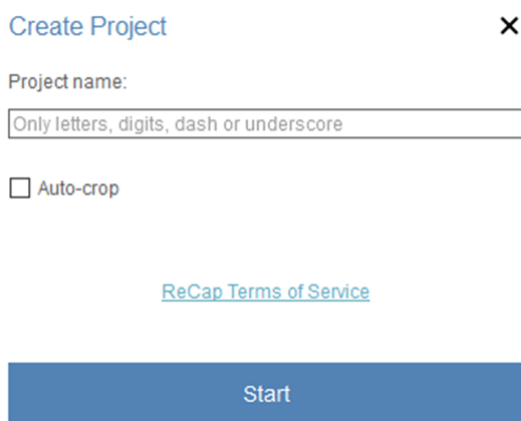


図3 プロジェクト生成の画面

ReCapは3次元形状生成のサービスである。写真はアップロードされ、形状生成はバッチ処理で行われる。“Start”ボタンをクリックすると図1の起動画面に戻り、その一番下に処理状況が表示される（図4）。



図4 バッチ処理の画面

- (1) 写真のアップロード
- (2) ジョブ待ち状態
- (3) ジョブの処理開始
- (4) ジョブの処理終了

処理状況は上記(1)~(4)に遷移する。ジョブが終了すると電子メールで終了のメッセージが届く。それまではReCap Photoは終了していても問題はない。ReCapの起動画面でバッチ処理が完了していると“Ready to download”と表示されるので、そこをクリックしてローカルに結果をダウンロードできる。ここでダウンロー

ドするのはReCap形式のファイルである。その内容は不明だが、これはReCapのViewerを用いて生成された3次元形状を確認することができる。また、このViewerから、OBJ形式への出力ができる。



図5 ReCapのViewerによる3次元復元形状の表示

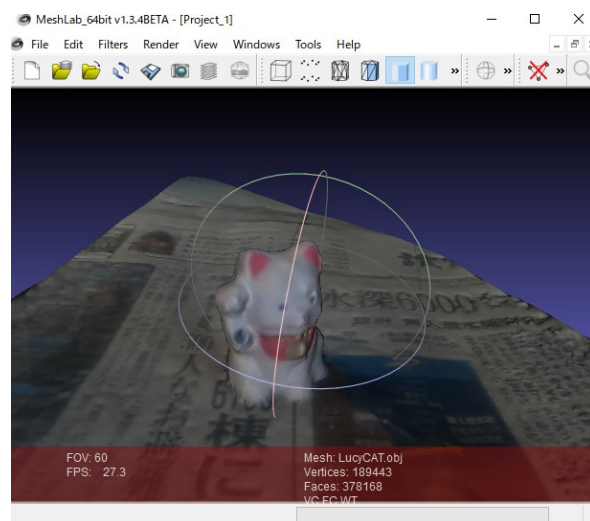


図6 MeshlabでOBJファイルを表示したところ

OBJファイルは、OBJファイル、MLTファイル、テクスチャ画像(JPG)の3種類から成り、テクスチャ画像は複数のファイルに分割して格納されることもある。図6はフリーソフトのMeshlabを用いて、ReCapから出力されたOBJ形式のファイルを読み取り、表示した様子である。この場合、招き猫の下に新聞を敷いていたので、新聞紙も併せて復元されている。招き猫だけを利用する場合は、新聞紙の部分を切り取る必要がある。このとき、XYZ座標は水平・垂直と一致していない。斜めになっているので編集作業は使い慣れたソフトウェアが望ましい。

## 2.2 PhotoScan

PhotoScanはAjisoft社の有償のソフトウェアである。Standard \$ 179、Professional \$ 3499だが、Educationalの場合、それぞれ\$ 59/\$529になる。Standard版でも復元は可能なようだが、Professionalには多くの付加機能がある[6]。

1か月の試用期間があるので、ここではProfessionalを用いて復元した。このソフトウェアの利用方法は、代理店の1社である株式会社オークのチュートリアルが参考になる[7]。

ソフトウェアを起動の後、画像ファイルを読み込む(図7)。その後、撮影位置の推定を行う(図8)。ここで粗い点群データが生成されるので、ターゲットの存在するエリアを指定することができる(図9)。

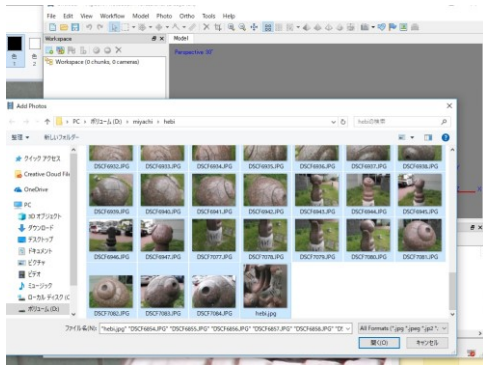


図7 画像の読み込み

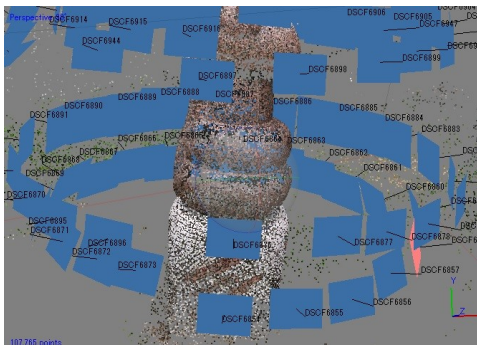


図8 カメラ位置の推定



図9 詳細点群データ生成のエリア設定

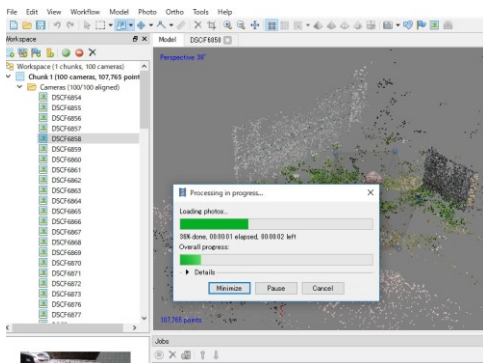


図10 詳細点群データの生成

この後、詳細な点群データを生成するが、ここに最も

時間を要する。その後、面を生成してテクスチャを生成、最後にOBJ形式やPLY、PDFなど、いくつかの書式で出力できる。図11はOBJ形式に出力して3D Builderというソフトウェアで表示した図である。



図11 OBJデータとして出力した結果

PhotoScanの利点は、3次元形状復元のプロセスが明快であり、各プロセスにおいて修正を加えることができる。点群の状態でのノイズ除去、領域抽出ができ、無駄なポリゴンを生じることが無い。しかし、ReCapが完全なバッチ処理に対して、こちらは各プロセス手動で操作しなければならない分、手間がかかる。逆にReCapでは上手く生成できなかったとき、写真を入れ替えることした対処方法がない。

### 2.3 VisualSFM

VisualSFM(Visual Structure From Motion)[8]は、フリーソフトウェアである。こちらは点群生成までの処理しか行わないので面を生成するには別ソフト、例えば、前出の Meshlab などが必要となる。VisualSFM も Meshlab の面生成も非常にたくさんのオプションがあるためパラメータの選択が難しい。この分野に詳しい人にとっては、詳細な設定ができる優れたソフトウェアかもしれない。

操作は PhotoScan と同じ流れになる。画像を読み込み(図12)、カメラ位置を推定する(図13)。その後、点群データを生成する。図14は、図6と同じ招き猫を復元したもののだが、外形が少し異なる程度である。パラメータの設定により、復元できるのかもしれないが著者には解らなかった。

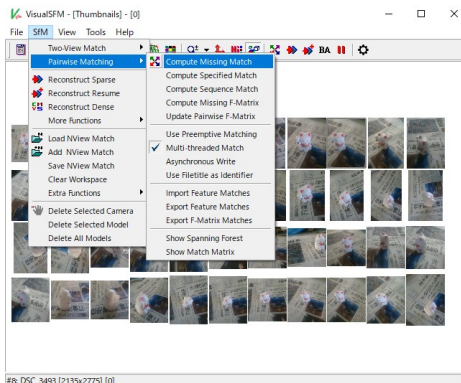


図12 VisualSFM の操作メニュー

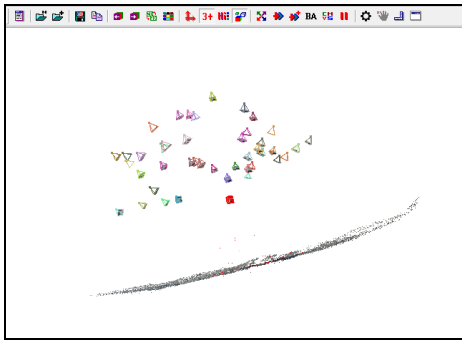


図13 カメラ位置の推定

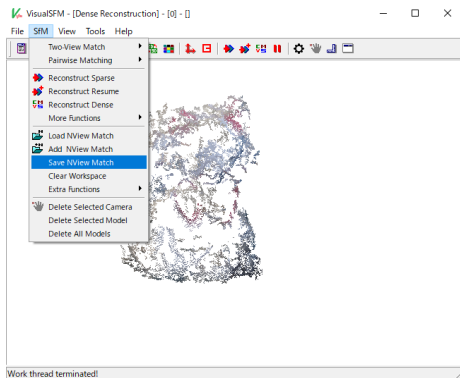
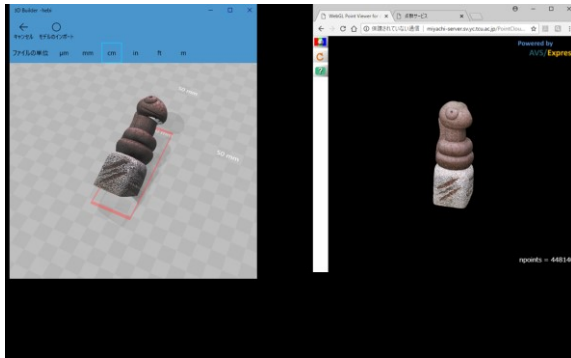


図14 点群データの生成

### 3 点群データの間引き

ReCapはOBJ形式の面データでしか出力できないので、PhotoScanで生成した点データ(Ply)を著者が開発した間引きシステム[4]で軽量化を行った。



(1) 間引き前の状態 (2)間引き後 Web3D で表示  
図15 点群による表示

図11に示した青葉区の蛇の銅像のデータを点群としてPLY形式で表示して表示した。図15(1)は、間引き前の状態でデータ量は557MB、含まれる点数は約4500万だったが、間引き後(図15(2))は17MB、点数4万4000とおおよそ100分の1に軽量化できている。これは300x300ピクセルのウィンドウで表示される設定で間引きを行ったもので、画面内であれば拡大しても点で表現されていることは解らない。提案する間引き手法は、閲覧時のウィンドウサイズに応じたデータ量に間引きをする

ので、オリジナルの形状の複雑さに依存することなく、目標とするデータ量に削減することが可能である[5]。

この削減された点群データは、WebGLで表示するサーバに配置されており、参考文献[9]で閲覧することができる。

### 6. まとめ

写真から3次元形状を復元するソフトウェアを試用し、比較を行った。ReCapは精度よく自動生成されるので誰でも簡単に利用できるが、出力形式がOBJしかない。物体の切り取りは別ソフトが必要である。PhotoScanは1つのソフトウェアで点群生成、面生成、修正の全てを行うことができ、出力形式も多い。しかし、最低限の操作が必要となる。VisualSFMは、今回のテストでは復元が難しかった。また、点群間引きソフトウェアは、非常に有効で点群表示サーバも有用であることが判った。

### 参考文献

- 1)Hideo Miyachi, Daisuke Matsuoka, Yoji Matsumoto:  
An alternative visualization pipeline for large-scale data sets by using early visibility test point rendering、International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing (Special Issue on Virtual Reality and Visualization for Modeling and Simulation), Vol.9, No.3, 2018年6月,  
<https://doi.org/10.1142/S1793962318400044>
- 2)宮地英生：観察者の視点領域を考慮した3次元点群によるデータ軽量化、可視化情報学会論文集、Vol.36、No.8、2016年4月、pp.40-45
- 3)宮地英生：複数方向からのレンダリング画像を用いた点群データの軽量化、日本計算工学会論文集、Vol.2018、No.1、2018年1月、pp. 20181001-20181007
- 4)宮地英生：ソフトウェアレンダリングを用いた点群データの軽量化、第8回横幹連合コンファレンス(京都)、2017年12月
- 5)AUTODESK社：ReCap ホームページ、  
<https://www.autodesk.com/products/recap/overview>
- 6)Ajisoft社、StandardとProfessionalの違いの説明：  
<http://www.agisoft.com/features/compare/>
- 7)株式会社オークのチュートリアル：  
<https://oakcorp.net/agisoft/try>
- 8)VisualSFM: A Visual Structure from Motion System.  
<http://ccwu.me/vsfm/doc.html>
- 9)蛇の銅像の3次元点群サーバ：  
[http://miyachi-server.sv.yc.tcu.ac.jp/PointCloud/WglPtViewer/pt\\_viewer.html?account=miyachi&target=hebi2\\_ds\\_0350.ply](http://miyachi-server.sv.yc.tcu.ac.jp/PointCloud/WglPtViewer/pt_viewer.html?account=miyachi&target=hebi2_ds_0350.ply)