

任意投影面での高分解能オルソ画像生成手法

1210095 宅永 優香

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

現在, ある対象物の観測を行うために画像を用いる機会は増えてきている. 本研究室では, 平田がトレンチ断面を対象に, SfMにより生成した三次元点群モデルを用い, トレンチ観測のための仮想画像生成手法を構築した. しかし, この手法で生成された画像は, 中心投影であり, 広範囲の画像化は困難であった. そこで本研究では, 任意投影面を設定し, 撮影した画像とSfMから抽出したカメラ撮影位置・姿勢情報を用いて, 高分解能オルソ画像の生成手法を構築した. これにより, 広範囲の画像を均質な分解能でアーカイブすることが可能となった.

Key Words: SfM, トレンチ観測, 投影面, 高分解能オルソ画像

1. はじめに

現在, ある対象物の観測を行うために画像を用いる機会は増えてきている. 本研究室では, 平田が垂直なトレンチ断面を対象に, SfMにより生成した三次元点群モデルを用いてカメラ位置と姿勢を任意で設定可能にしたことで, トレンチ断面に平行で, 断面の観測が可能で画像を生成した. しかし, この手法で生成された画像は, 中心投影であり, 画像から長さを測ることはできない. また, 広範囲の画像化は困難であった. 画像から長さを計測するという点で, オルソ画像は平行投影であるため, 中心投影の画像より適していると言える. しかし通常, オルソ画像はX-Y平面での生成に限定されている. 対象物側面の観測も可能にするには, 任意投影面でのオルソ画像生成を可能にする必要がある. そこで本研究は, 任意投影面を設定し, 撮影画像(以下, 原画像)とSfM(Structure from Motion)により抽出したカメラ撮影位置・姿勢情報を用いて, 高分解能オルソ画像を生成し, 広範囲の画像化を可能にすることを目的とする. SfMとは, 多方向から撮影した, 連続する複数枚の画像をもとに撮影位置を推定し, 三次元形状を復元する技術である.

本研究では, 対象地域を高知県南国市十市西坪池地先とし, 海岸堤防から約50mの位置に約60m×10mを掘削してトレンチ調査を行った際の, トレンチ南側断面を対象とした. 図-1は, 上空約44mからドローンで撮影したトレンチの様子である.

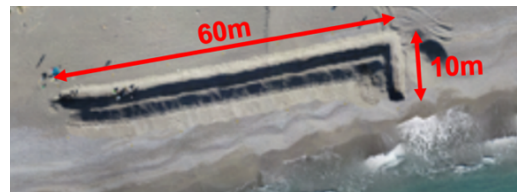


図-1 対象のトレンチ (2020.12.1撮影)

2. 観測手法

本研究の観測イメージを図-2に示す. トレンチ断面に対し, 原画像投影面が平行になる状態で撮影を行った. このとき, 隣り合う画像のオーバーラップ率が80%以上になるように撮影している. 静止画の総枚数は22枚となった. 使用したカメラについて表-1に示す.

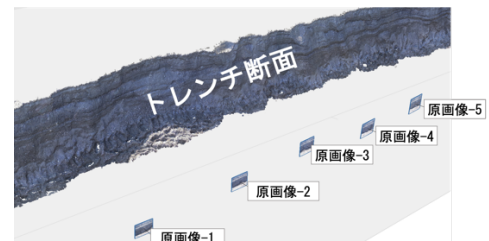


図-2 観測のイメージ

表-1 カメラの仕様

カメラ	PENTAX Q-S1
有効画素数	約1240万画素
焦点距離	5.9mm
撮影形式	JPEG

3. オルソ画像生成手法

図-3 に、本手法のフローを示す。オルソ画像生成にあたり、まず SfM より生成した点群モデルに対し、投影面を設定する。その際、SfM ソフトからカメラ撮影位置・姿勢情報を抽出する。投影面設定後、原画像ごとにオルソ画像を生成し、重ね合わせ処理を行った。

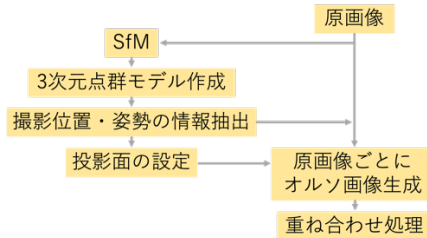


図-3 手法フロー

3.1 SfM を用いた点群モデルの生成

本研究ではトレンチ断面を対象に、SfM を用いて点群モデルを生成し、地上座標のカメラ撮影位置 (x_0, y_0, z_0) と姿勢 $(\omega, \varphi, \kappa)$ を抽出した。点群モデルには、各点の座標と色情報(RGB)が格納されている。

3.2 任意投影面の設定

SfM により生成した点群モデルに対し、任意の分解能・投影範囲の投影面を設定した。本研究では2mmの分解能で、約21m×2mの投影面を、トレンチと平行な南向きのX-Z平面に設定した。投影面の座標は、全て地上座標で表している。

3.3 任意投影面でのオルソ画像生成

SfM により抽出されたカメラ撮影位置・姿勢情報をもとに、式(a)と式(b)を用いて、地上座標から画像座標へ変換し、その値を1ピクセルの長さで割ることで、原画像と同じ座標系へ変換した。変換のイメージを図-4に示す。得られた投影面の画像座標を用い、原画像の画像座標と一致するピクセルを求め、投影面に色情報を付与することで、原画像ごとにオルソ画像を生成した。

$$\begin{pmatrix} u_p \\ v_p \\ w_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_p - x_0 \\ y_p - y_0 \\ z_p - z_0 \end{pmatrix} \quad (a)$$

$$\begin{cases} u = -\frac{c}{w_p} u_p \\ v = -\frac{c}{w_p} v_p \end{cases} \quad (b)$$

u_p, v_p, w_p : カメラ座標 $a_{11} \sim a_{33}$: カメラ回転行列

x_p, y_p, z_p : 投影面の地上座標

x_0, y_0, z_0 : カメラ位置の地上座標

u, v : 画像座標 c : カメラ焦点距離

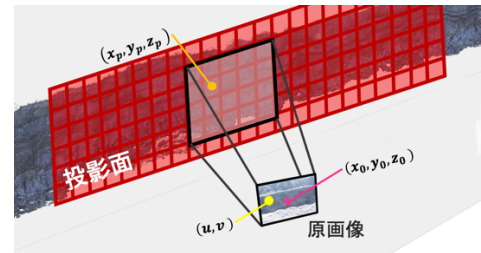


図-4 地上座標から画像座標への変換イメージ

3.4 オルソ画像の重ね合わせ

次に、原画像ごとに生成したオルソ画像を1枚に合成した(図-5 左)。しかし、同じ特徴点が複数箇所で見られ、正確に画像を重ね合わせられていない。正確に重ね合わせるために、隣り合う画像の共通特徴点座標を1点求め、2画像のうち一方を基準として平行移動を行った。平行移動で補正後、合成した画像(図-5 右)はトレンチ断面のずれを解消することができている。図-6に22枚のオルソ画像を補正し、合成したオルソ画像を示す。

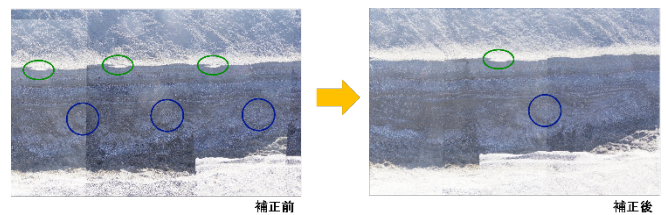


図-5 補正処理前後の画像比較



図-6 全オルソ画像合成後

4. おわりに

本研究では任意投影面を設定し、原画像とSfMから抽出したカメラ撮影位置と姿勢情報より、高分解能オルソ画像を生成することができた。これにより、任意投影面での対象物の観測が可能となった。今後、重ね合わせ処理の精度向上や、テンプレートマッチングによる重ね合わせの自動化ができれば、さらに高精度の画像を効率的に生成可能である。

参考文献

- 1) 平田千賀: SfMを用いた土粒子観測における仮想画像生成手法の構築(2019年度学士論文)