

## 手描き地形図からの 3D モデル自動生成

倉本 亀延<sup>†</sup> 大田 海生<sup>†</sup> 村木 祐太<sup>†</sup>大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

中学校における社会の授業の地理的分野では、地形図と呼ばれる標高の情報を示す等高線と、土地の情報を示す地図記号で構成された地図について学ぶ。学習内容として、地形図を読み取る能力だけではなく、作図する能力も求められている。しかし、地形図は 2 次元の情報のため、地形を立体的に理解することが難しい。

一方、近年の教育現場では、タブレット端末やコンピュータを用いて授業を実施する ICT 教育が普及しており、地表面の起伏を立体的に表した 3D モデルを様々な視点から見るができる。しかし、用意された 3D モデルしか見ることができず、オリジナルの 3D モデルを見るためには、専門知識を持つ技術者が 3D モデルを制作する必要がある。

そこで本研究では、カメラで撮影した手描き地形図を入力することで、自動的に 3D モデルを生成する手法を提案する。任意の地形図を入力とするため、オリジナルの 3D モデルを確認できる。それに加えて、地形図を描くというきっかけになり、地形を立体的に理解する能力の向上だけではなく、作図能力の向上も図る。

## 2. 提案手法

## 2.1 概要

提案手法の処理手順を図 1 に示す。



図 1 提案手法の処理手順

入力は、カメラで撮影した手描き地形図のみが映っている画像とする。なお、地形図は外枠で囲まれた専用の用紙に描くこととする。また、地図記号は赤色で描く。

## 2.2 前処理

前処理手順を図 2 に示す。



図 2 前処理手順

はじめに、撮影した際に影が映りこんでいる可能性があるため、影除去を施す。その後、ノイズ除去を施し、二値化を施す。また、撮影した画像が傾いている可能性があるため、用紙の外枠の頂点座標をもとに射影変換を施す。その後、線のつなぎ目の小領域を補間するため、クロージング処理を施し、細線化を施す。

## 2.3 地図記号認識

地形図から地図記号の情報を取得する。元画像に射影変換を施し、赤色の領域を抽出し、抽出した領域に対し、自作のデータセットを学習させた YOLO-NAS<sup>[1]</sup>を用いて、地図記号を検出し、記号ごとにマスク画像を作成する。

## 2.4 高さ情報付与

前処理を施した地形図に、高さ情報を色によって付与する。はじめに、先ほど作成したマスク画像を元にマスク処理を施し、地図記号の領域に補間処理を施す。その後、輪郭抽出を用いて等高線ごとの情報を取得する。次に、取得し

た情報に対して内包判定を用いて高さ情報を決定する。その後、細線化した地形図を、決定した高さ情報に対応する色に変更する。最後に、マスク画像を用いて地図記号に合わせた情報を付与する。高さ情報付与の結果を図3に示す。同図(a)に入力画像、同図(b)に処理結果を示す。

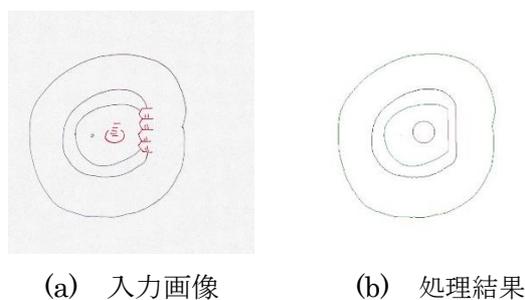


図3 高さ情報付与の結果

### 2.5 高さ情報補間

高さ情報が存在しない部分を補間するために、高さ情報を付与した地形図から断面図を生成する。はじめに、頂上の点を通る直線上を画素探索し、特徴点を取得する。ここで述べる特徴点とは、画素探索時に地形図と交差した座標と高さ情報のことである。特徴点に対してスプライン補間を施し、中点ごとの情報を特徴点として追加する。その後、エルミート補間を施し、特徴点の座標の中点ごとの情報を特徴点として追加する。この処理を画素探索の角度を変更し繰り返し施す。

### 2.6 3Dモデル生成

高さ情報補間した特徴点から3Dモデルを生成する。高さ情報補間した特徴点を三角形メッシュで張り合わせることで、3Dモデルを生成する。

## 3. 実験と考察

### 3.1 実験

実験では、真値を国土地理院の3Dモデル<sup>[2]</sup>とし、提案手法との比較を行った。提案手法の入力が手描きのため、国土地理院の地形図を模写した画像を入力とした。図4に実験結果を示す。同図(a)(b)に入力画像、同図(c)(d)に出力結果、同図(e)(f)に真値を示す。

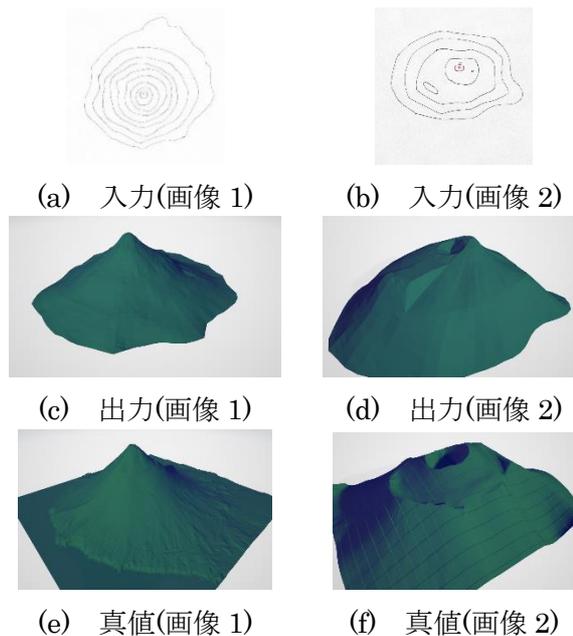


図4 実験結果

### 3.2 考察

単純な地形図の場合、真値と近い形状を得ることができたが、複雑な地形図の場合、真値と異なる不自然なメッシュも形成された。これは、頂上を中心に画素探索を施すため、高さが急激に変化する場所が存在するためだと考えられる。改善策として、画素探索手法の改善やメッシュ生成時の補間などが挙げられる。

### 4. おわりに

本研究では、手描き地形図から3Dモデルを自動生成する手法を提案した。提案手法では、任意の地形図に高さ情報を付与し、補間することで、オリジナルの3Dモデルを生成した。今後の課題として、画素探索手法の改善やより多くの地図記号への対応などが考えられる。

#### <参考文献>

- [1] SuperGradients, “SuperGradients”, <<https://www.supergradients.com/>>, (最終閲覧日 2024/1/10).
- [2] 国土地理院, “地理院地図”, <<https://www.gsi.go.jp/>>, (最終閲覧日 2024/1/10).