

# ドローンによる空撮データを用いた高精細都市モデルの構築

中央大学	学生員	呉 奥圖
中央大学	学生員	野坂 創一
(一財)先端建設技術センター	正会員	緒方 正剛
(株)エイト日本技術開発	正会員	大川 博史
中央大学	正会員	樫山 和男

## 1. はじめに

日本では、地震や津波などの大規模自然災害が頻発し、甚大な人的・物的被害をもたらしている。これらの自然災害の破壊程度や影響範囲などを把握するため、コンピュータを用いた数値解析シミュレーションが行われ、防災教育及び避難対策に利用されている。また近年 VR (Virtual Reality, 拡張現実) 技術が発達しており、シミュレーション結果がより直感的に体験可能となっているため、物理現象の解析結果のみならず、高精度な 3 次元地形・都市モデルの作成が求められている。しかし既往の研究の多くは、基盤地図情報や市販の 3 次元地図情報を用いて作成することが一般的であった。

そこで、本研究では近年普及の著しいドローンに着目し、ドローンから得られた 3 次元スキャンデータを組み合わせた高精細都市モデルの構築を行った。

## 2. 開発環境

### (1) ハードウェア

都市モデルの構築に用いた 3 次元スキャンデータは、図-1 に示すドローン (PHANTOM4 ADVANCED) を用いて取得する。送信機操作のタブレット端末として、ドローンの制御アプリケーション (Pix4Dcapture) がインストールされている iPad を用いる。

### (2) ソフトウェア

CAD ソフトウェア (Autodesk InfraWorks 360) にあるモデルビルダーにより地形モデルを生成し、3 次元モデリングソフトウェア (SketchUp Pro) を用いて建物を作成する。ドローンから入手したスキャンデータを、画像解析ソフトウェア (Agisoft PhotoScan) により変換し、点群データと 3 次元モデルの構築を行う。最後に、作成した地形・建物モデルとドローンから得られた 3 次元モデルとの結合及び調整を 3 次元モデリングソフトウェア (Autodesk 3ds Max) を用いて行う。



図-1 使用したドローン

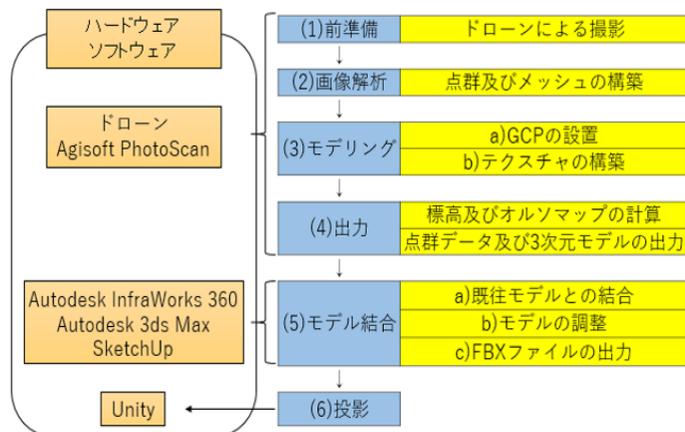


図-2 フローチャート

## 3. 都市モデル構築の概要

都市モデル構築のフローチャートを図-2 に示す<sup>1)</sup>。以下に、高知県中土佐町の都市モデルの構築事例を用いて都市モデル構築手法の概要について述べる。

### (1) 前準備

ドローンを用いて対象区域の高解像度画像を撮影するため、事前に天気状況、太陽高度等を把握し、撮影画像への影響を考慮する。またオートフライトのため、飛行禁止区域、バッテリー持続時間、撮影間隔等も併せて把握しておく、ルートを選定する。

ドローンの制御アプリケーションに、撮影範囲や撮影高度等の情報を設定し、ドローンのオートフライトを動作させる。また、モデリング行程において構築する都市モデルに位置情報を付加するため、平坦地に基準点として測定可能な GCP (Ground Control Point) を設置する。

### (2) 画像解析

ドローンで撮影した高解像度静止画像から撮影位置を推定して 3 次元形状を復元させるため、画像解析ソフトウェアを用いて画像の解析を行う。

画像解析ソフトウェアに画像を読み込むと、画像の特徴点が検出され、エピポーラ幾何により画像毎に検出された特徴点を基に全ての画像の結合が行われる。また、画像と関連付けられている位置情報を基に点群データに位置情報が与えられ、荒い点群が生成される。これらの荒い点群を用いて更なる高密度の点群及びメッシュの構築を行う。

KeyWords: ドローン, 3 次元スキャンデータ, モデリング

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL: 03-3817-1815 E-mail: a14.twdd@g.chuo-u.ac.jp



図-3 3次元モデル

画像解析は画像の枚数や目的とする解像度の割合により、数時間から数日の時間を必要とする。本報告における構築事例では、用いた画像は200枚程度で、解像度は五段階中の三段階目に設定して解析を行い、所要時間は約4時間であった。

### (3) モデリング

生成された点群及びメッシュデータから3次元都市モデルの構築を行う。

#### a) GCPの設置

画像のずれがモデルの作成結果に影響を及ぼすため、前準備で設置したGCP (Ground Control Point) をマーカーとして設定し、画像毎にマーカーの位置を調整することで、座標情報の入力を行う。

#### b) テクスチャの構築

高解像度画像にマーカーを設定し、相互の位置関係を調整した後、テクスチャの構築を行い、画像をモデル表面に貼り付ける。これにより図-3に示すように、樹木や砂浜等がよりリアルに再現されていることが確認できる。また、テクスチャを利用することで、樹木のようなモデルのデータ軽量化も行える。

### (4) 出力

画像解析ソフトウェアに座標系や解像度等の情報を入力すると、数値標高モデル及びオルソフォトの構築が可能である。また必要に応じて点群データ及び3次元モデルが様々なフォーマットでエクスポートできる。本研究では、既存の都市モデルと結合させることを目的とするため、3次元モデリングソフトウェアにインポート可能なFBX形式で出力させた。

### (5) モデル結合

出力されたデータは、3次元モデルとテクスチャとが個別に出力されているため、モデリングソフトを用いてモデルにテクスチャを貼り付ける必要がある。その後、あらかじめ作成した地形・建物データと3次元モデリングソフトウェアを用いて結合する。

結合の際には、両モデルのスケールや位置の調整を行い、重複する箇所においては不要なデータを削除する必要がある。

### (6) 投影

合成結果の比較を図-4に示す。本論文の適用例として、高知県中土佐町における津波遡上解析<sup>2)</sup>を用いたVR津波防災教育支援システム<sup>3)</sup>に実装する都市モデルを構築した。



図-4 合成前(左)と合成後(右)

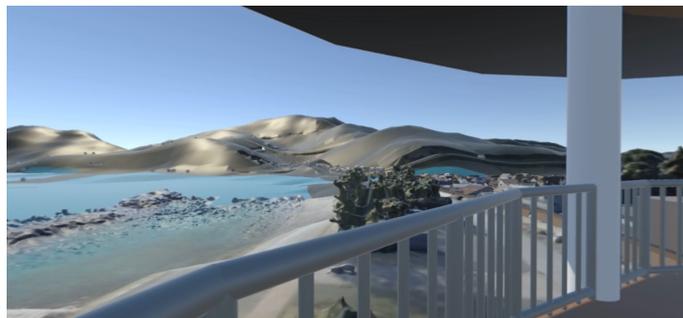


図-5 導入結果(避難タワー3階より)

図-5にVR体験時の可視化結果を示す。本システムの開発環境であるUnitでは、導入可能なポリゴン数に制限があり、樹木のようなポリゴン数が多いモデルは導入が困難であったが、ドローンから得られた3次元スキャンデータに本手法を用いることで、容易に導入可能となり、より高品質なVR体験が可能となったことが確認できる。

## 4. おわりに

本研究では、ドローンから得られた3次元スキャンデータを組み合わせた高精度都市モデルの構築を行い、VR津波防災教育支援システムへの導入を行った。その結果、以下の結論を得た。

- ドローンの3次元スキャンデータを用いることで基盤地図情報やモデルビルダーでは表現が困難な高精度で現実感の高いモデルが構築可能となる。
- 本手法により、通常モデリングソフトではポリゴン数が多くなる樹木のデータを置換することができるため、データの軽量化が可能となったことを確認した。

今後の課題として、広範囲地域モデルの作成や、点群データの編集によるモデルの高精度化等が挙げられる。

### 参考文献

- 1) ドローンを利用した次世代測量技術スタートアップガイド：  
<http://giswin.geo.tsukuba.ac.jp/sis/tutorial/> ドローンを利用した次世代測量技術スタートアップガイド.pdf (2018年1月15日閲覧)
- 2) 金澤功樹, 凌国明, 大川博史, 櫻山和男: 建物倒壊を考慮した津波解析手法の有効性の検証 第45回土木学会関東支部技術研究発表会論文集
- 3) 野坂創一, 金澤功樹, 呉奥園, 大川博史, 櫻山和男: スマートデバイスを用いたVR津波防災教育支援システムの構築 第45回土木学会関東支部技術研究発表会論文集