

UAV 計測による高知工科大学周辺の樹木抽出

1150036 兼子瞭介

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, 本研究室では衛星画像のシミュレーションによる土地被覆分類図の作成を試みている. 入力データである DSM は重要なデータの 1 つである. UAV 計測の長所として, 一般的な航空機 LiDAR よりも安価で同じエリアを定期的に高精度で計測することが可能である. そのため, 樹木の変化抽出が可能である. 本研究では, UAV 計測により取得した DSM とオルソ画像を使用し, 本大学周辺の樹木の抽出を行った. 結果, 針葉樹では抽出率が約 95%という高い精度が得られた. 一方, 広葉樹では抽出率が 40%程度と低い精度となった. 常緑広葉樹については, 1 本の樹木に対し複数のポイントが抽出されたことが原因と考えられた. 落葉広葉樹については, 計測を行った 10 月には葉を落としていたことが原因と考えられた.

Key Words : UAV, 局所最大フィルタ法, バンド間演算

1. はじめに

高木研究室では現在, 衛星画像シミュレーションによる土地被覆分類図の作成を行っている. 正確なシミュレーションを行うには, 光源情報・大気情報・土地被覆の分光反射特性・表面形状データ等が必要である. 表面形状データはその中でも特に重要なデータである. 一般的な航空機による LiDAR (Light Detection and Ranging: 計測対象物にレーザー光を照射し, その散乱光や反射光を測定することによりデータを取得する方法) 計測では 1 回のフライトに多くのコストがかかる上, 業者とのスケジュール調整などのデメリットがある. しかし, UAV (Unmanned Aerial Vehicle : 無人航空機) の SfM (Structure from Motion: 複視点の画像から 3D モデルを作成する方法) による計測では, 安価で同じエリアを定期的に高精度で計測することができる.

本研究には Trimble 社製の UX-5 という UAV を使用した. UX-5 はカタパルトによる離陸を行う無人航空機である. UX-5 の外観を図-1.1 に示す. また, その仕様を表-1.1 に示す.



図-1.1 UX-5 の外観

表-1.1 UX-5 の仕様

重量	2.5kg
翼長	1m
航続時間	50分
航続距離	60km
飛行速度	80km/時
解像度 (GSD)	2.4cm~24cm
離陸場所上空高度	75m~750m

UX-5 から取得したデータを SfM により地上分解能が 2.4cm から 24.0cm のオルソ画像とポイントクラウド及びグリッド型 DSM (Digital Surface Model: 構

造物及び樹木の情報なども含んだ表面形状データ)が作成可能である. UAV 計測を定期的に行うことにより樹木の変化抽出が可能である. 本研究は, SfM によって作成されたオルソ画像と DSM を用いて本大学周辺の樹木を抽出することを目的とする. 今回の目的である樹木抽出までのフローを次の図-1.2 に示す.

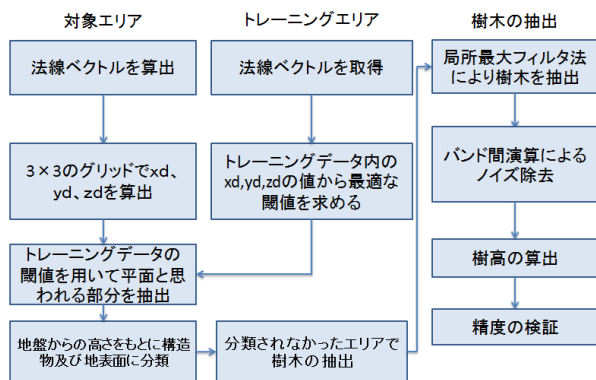


図-1.2 樹木抽出までのフロー

2. データ取得と前処理

2014年10月8日, UAVによる本大学周辺の UAV 計測を行った. 取得したデータであるポイントクラウドを用いて分解能が25cmのグリッド型DSMを作成した. また, 分解能が15cmのオルソ画像も作成した. 対象範囲のDSM及びオルソ画像を図-2.1に示す.

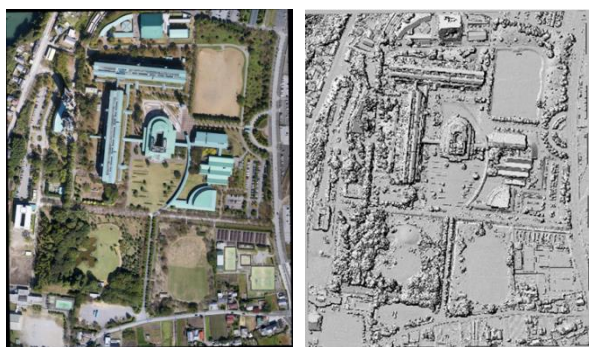


図-2.1 対象範囲のオルソ画像(左)及びDSM(右)

3. 構造物及び地表面の抽出

(1) 法線ベクトルの算出方法

構造物及び地表面の抽出には法線ベクトルを用いた. 法線ベクトルの算出方法は中川の手法¹⁾を採用した. まず, 任意の点PからX軸Y軸方向に1ピクセル離れた点を使用し4つの面を作成し, それぞれの面の法線ベクトルの平均値を任意の点pの法線ベクトル (n_x, n_y, n_z) とした. (図-3.1)

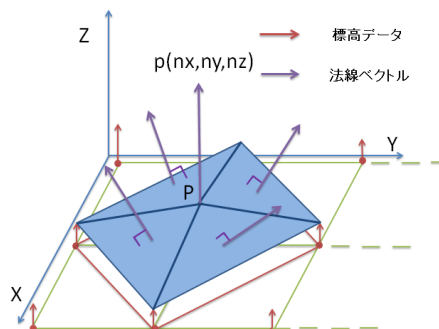


図-3.1 法線ベクトルの概念図

(2) 平面の判定方法

本研究では, 平面の判定を行う手段として3x3のグリッドによる判定方法を採用した. 3x3のそれぞれのグリッドには算出された法線ベクトル (n_x, n_y, n_z) が入力されている. 3x3のグリッド内での (n_x, n_y, n_z) のそれぞれの最大値及び最小値との差を (x_d, y_d, z_d) とする. この値が小さければ小さいほど3x3のグリッドが同一面である可能性が高いと考えられる. 本研究では, 本大学内のグラウンド, 北向きの屋根, 南向きの屋根, 東向ききの屋根, 西向ききの屋根からトレーニングデータを取得した. トレーニングデータ内の (x_d, y_d, z_d) の統計量から $(x_d \leq 0.2) \cap (y_d \leq 0.2) \cap (z_d \leq 0.09)$ であれば同一面であると判断した.

(3) DEMを用いた分類

平面として抽出されたデータは, 構造物と地表面に分類した. 分類には地盤からの高さを使用した. DEM(Digital Elevation Model: 構造物及び樹木などの情報を含まない表面形状データ)は, DSMの中から地表面であると判断したポイントを繋ぎ, 三角形群を発生させるTIN(Triangulated Irregular Network)というデータモデルにより作成した. DSM

と DEM の差が 1m 未満の値を示した箇所は地表面, 1m 以上の差を示した箇所は構造物に分類した. 分類結果を図-3.2 に示す.

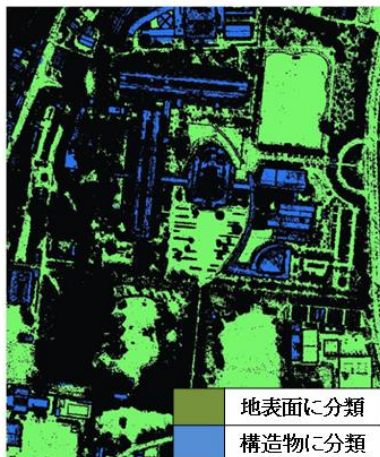


図-3.2 地表面及び構造物の分類図

4. 地表面及び構造物の精度検証

地表面及び構造物の精度検証エリアを図 4.1 に示す. また, 結果を表-4.1 に示す. 検証方法は, 検証エリア内で平面に分類された面積と平面ではないと分類された面積との割合を用いた. その結果, グラウンドは 98.1% とほぼ完璧に分類されているのに対し, 屋根は十分な結果とはならなかった.

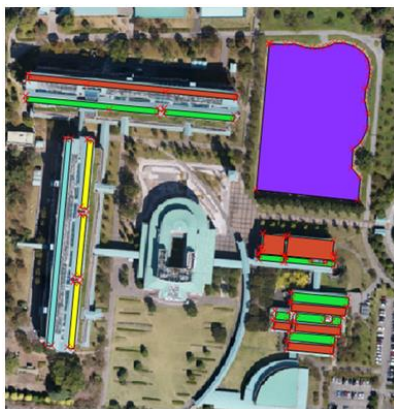


図-4.1 地表面及び構造物の精度検証エリア

表-4.1 地表面及び構造物の精度検証結果

グラウンド(紫)	98.1%
北向き屋根(橙)	69.7%
南向き屋根(緑)	43.5%
東向き屋根(黄)	44.1%
西向き屋根(青)	37.7%

5. 樹木の抽出

(1) 局所最大フィルタ法を用いた抽出

樹木の抽出は, 構造物や地表面を除いたグリッドについて行った. 手法は局所最大フィルタ法²⁾を採用した. 局所最大フィルタ法とは, 奇数サイズのグリッドを設定すると, 樹木では中央のグリッドの画素値が最も高くなるという特徴を生かしたものである. (図 5-1)

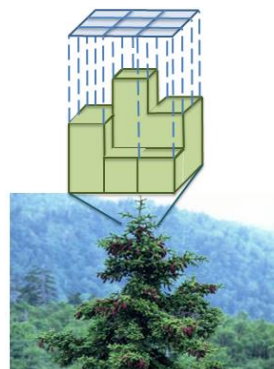


図-5.1 局所最大フィルタ法の概念図

局所最大フィルタ法の最適なグリッドサイズは, 3×3, 5×5, 7×7, 9×9, 11×11, 13×13 の 6 種類のグリッドサイズを比較し, 検討を行った. その結果, 今回の対象エリアでは 9×9 のグリッドサイズが最適であると判断した.

(2) バンド間演算による判別

構造物に分類された平面の中にも抽出精度が高いエリアと低いエリアが存在する. そのため, 局所最大フィルタ法による抽出のみでは樹木ではないと思われるノイズも抽出されてしまう. そこで, オルソ画像の RGB(Red, Green, Blue)の値を用いたバンド間演算によりノイズ除去を行った. 植物の RGB は, Green の値が一番高く, Red と Blue はそれぞれ低い値をとる. バンド演算式(式-5.1)を利用して Green と Blue の値を比較した.

$$\text{バンド間演算} = \frac{\text{可視光緑} - \text{可視光青}}{\text{可視光緑} + \text{可視光青}} \quad \text{式-5.1}$$

緑色の葉は 0.15 以上, 赤色及び黄色の葉の値は 0.05~0.15 であった. よって, バンド間演算の値が

0.15 以上のポイントを樹木とする手法を適用した。また、バンド間演算の値が 0.05~0.15 の値を示したポイントの内、RGB の値が全て 100 未満であるポイントも樹木と判断した。バンド間演算を行う前と行った後の画像を図-5.2 に示す。



図-5.2 バンド間演算を行う前(左)と後(右)

バンド間演算の結果から抽出された樹木にも平面と同様地盤からの高さを利用し樹高の算出を行った。樹高の算出結果画像を図-5.3 に示す。図-5.3 において樹種によってそれぞれの樹高が比較的正確に分類されていることがわかる。

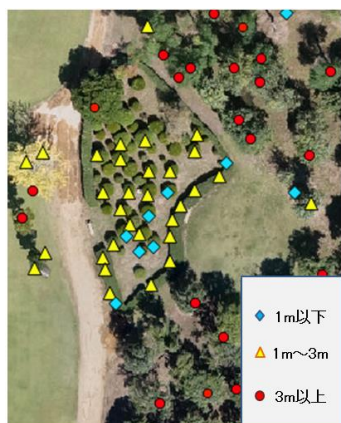


図-5.3 樹高の算出結果画像

6. 樹木の精度検証

樹木の精度検証エリア及び結果を図 6.1, 表 6.1 に示す。検証方法は、実際に現地で数えた本数と抽出された樹木データ数の割合で検証を行った。その結果、抽出精度の高いポイントにはスギやイチョウなどの針葉樹が分布していた。また、抽出精度の低いポイントにはクスノキやカシなど常緑広葉樹が分布していた。サクラなどの落葉広葉樹については抽出率が100%を超え、現地で数えた本数が樹木データ数より多いという結果となった。



図-6.1 樹木の精度検証エリア

表-6.1 樹木の抽出率

スギ林	99.2%	イチョウ(1)	95.2%
クスノキ林	32.5%	イチョウ(2)	100%
カイツカイブキ	80.5%	サクラ(1)	170%
カシ	71.3%	サクラ(2)	114.3%

7. 考察

本研究では UAV 計測による樹木の抽出を行った。針葉樹は抽出率が約 95%と高い抽出率を示したが、広葉樹の抽出率は40%程度と十分な結果は得られなかった。

常緑広葉樹については、1本の樹木から複数のポイントが抽出されたことが原因と考えられた。また、落葉広葉樹については、計測を行った10月にはすでに葉を落としていたのが原因と考えられた。今後、UX-5による計測を定期的に行うことにより、落葉広葉樹については改善が期待される。

参考文献

- 1) 中川雅史: パノラマ多層レンジ画像を用いた点群クラスタリング, 2013年応用測量論文集
- 2) 松岡真如: 航空写真を用いた単木の自動抽出に関する研究, 2013年日本写真測量学会, 年次学術講演会
- 3) 高木方隆: 国土を測る技術の基礎
- 4) 高橋勇太: 高分解能衛星画像を用いた物部川下流域における土地被覆の変化抽出, 高知工科大学2012年学士論文