

空中写真測量の自動 DSM 計測および GIS の TIN による 3D 建物モデルの半自動作成

東洋大学 正会員 ○久保寺貴彦
アジア航測 正会員 那須 充
中央工学校 非会員 草野 克己

1. はじめに

近年、都市を対象とした 3 次元(以下、3D という)の解析が、実用化され始めた。都市を対象とした解析は一般に、3D 建物モデルが必要であり、解析結果はモデルの精度によって左右されることが実験からもわかっていることから、高精度 3D 建物モデルが望まれている。しかし、現実の建物は、個々に高さや形状は異なっており、モデル化は容易でない。筆者らは、高精度 3D 建物モデルを作成するために、空中写真測量の数値図化、屋上 GNSS 基準点測量および屋上 TS 細部測量により建物角の 3D 座標値を計測して、GIS に展開して高精度 3D 建物モデルを作成している¹⁾²⁾。いずれの方法も建物 1 件ごとに座標値を計測してモデル化しているため、多大な労力を要する。

本研究では、3D 建物モデルの作成を簡便に数多く作成するため、空中写真測量の自動 DSM(Digital Surface Model)計測および GIS の TIN(Triangulated Irregular Network)作成に着目して、半自動作成することを目的とした。また、半自動作成した 3D 建物モデルの高さ精度を把握するため、建物角を検証点として多数の実測値と比較検討することを目的とした。実測値は、屋上 GNSS 基準点測量および屋上 TS 細部測量から得た 3D 座標値(平面直角座標系 X , Y と標高値 H)である。

2. 空中写真測量の実施と DSM の点群を自動計測

用いた空中写真は、撮影縮尺 1/5000 である。

空中写真上の地物の座標値取得のため、空中写真と 3 級基準点の成果をもとに刺針観測を行った。

デジタルステレオ図化機は、アジア航測社の図化名人 GE2 を使用した。図化名人 GE2 は、標定解析、空中三角測量、DSM の点群を自動的に計測可能である。

パスポイントの設定、刺針観測をもとに標定点の設定、バンドル・ブロック調整法による空中三角測量を行った。その結果、標定に使用した 9 点の標定点の水平位置の残差の標準偏差は 0.093m、標高の残差の標準偏差は 0.098m であった。これらは、地図情報レベル 1000 の標定点の精度、すなわち水平位置と標高の標準偏差

0.1m 以内³⁾を満足する値であった。

2 枚の空中写真からのイメージマッチングにより、DSM の点群を自動的に計測した(図-1)。点間のメッシュサイズを 1m として、点の平面直角座標系 X , Y と標高値 H は、1mm 単位で計測した。

3. DSM から 3D 建物ポリゴンの半自動作成

DSM の建物のみを抽出するため、DSM の点群を GIS に展開して、GIS のクリップ機能を用いて、建物内のみの DSM の点群を抽出した。イメージマッチングによる DSM は建物縁で標高の精度が低下するので、ここでの建物の図形は、基盤地図情報の建築物ポリゴンに-1m の内部バッファを発生させたポリゴンを用いて、DSM の点群をクリップして建物内のみの点群を抽出した。

この建物内のみの点群に対して、建物の 3D モデルを作成するため、TIN を作成した。このとき、地表面にも TIN が発生するので、建物内のみの TIN を抽出するため、今度は元の基盤地図情報の建築物を用いてクリップ機能を適用し、建物内のみの TIN を作成した。

最後に、3D 建物ポリゴンを作成するため、建物内のみの TIN を 3D ポリゴンへ変換した。

図-2 は、DSM から半自動作成した 3D 建物ポリゴン(2D 表示)である。節点は、DSM の点群の位置および建物縁であり、標高値 H も継承されている。青の円は、検証点の位置を示すための円であり、直径 1m である。円中の点が、実測値の検証点である。



図-1 自動計測した DSM の点群

キーワード : デジタルステレオ図化機, イメージマッチング, TS, 検証点

連絡先 : 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 E-mail kubodera@toyo.jp

半自動作成した 3D 建物ポリゴンを視覚的に把握するため、3D-GIS に展開した(図-3)。図-3 のように拡大すると、起伏が目立つが、多数の 3D 建物モデルを一気に作成できた。円は、検証点の位置を示すための円であり、青の円は直径 1m、赤の円は直径 2m である。なお、円の標高値は、実測値を用いた。円中の点が、実測値の検証点である。

4. 半自動作成した 3D 建物ポリゴンの位置精度の検証

実測値の検証点を多数取得するため、屋上において TS による 3D 放射法の細部測量を行った。屋上の TS からノンプリズムモードで検証点とした建物角 11 点を測距し、計算により建物角の平面直角座標系 X , Y と標高値 H を得た。この方式による位置精度は、地図情報レベル 500 以下であることがわかっている²⁾。なお、器械点と後視点の座標値は、屋上 GNSS 基準点測量によって求めた。

表-1 に特異点を除いた検証点 9 点における 3D 建物モデルと実測値の較差を示す。較差 ΔX の標準偏差は 0.254m、較差 ΔY の標準偏差は 0.356m であり、較差の水平位置の標準偏差は 0.438m であった。用いた基盤地図情報は地図情報レベル 2500 であるが、対象地物は地図情報レベル 1000 の数値地形図データの水平位置の標準偏差 0.70m 以内³⁾を満足する値であった。較差 ΔH の標準偏差は 0.731m であり、地図情報レベル 2500 の等高線の標準偏差 1.0m 以内³⁾を満足する値であった。

5. おわりに

今回の半自動の手法によって、DSM から多数の 3D 建物モデルを一気に作成できた。このモデルを実測値の検証点において比較した結果、このモデルの高さ精度は、地図情報レベル 2500 の等高線の精度であった。

参考文献

1) 久保寺貴彦, 那須充, 草野克己: 写真測量, 屋上 GNSS 基準点測量および屋上 TS 細部測量による高精度 3D 都市モデル, 土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集, 第 IV 部門, pp.153-154, 2015.
2) 久保寺貴彦: 高精度 3D 建物モデル作成を目的とした屋上 TS 細部測量による建物角の位置精度の検証, 第 43 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, IV-40, 2016.
3) 日本測量協会: 一公共測量一作業規程の準則, 2013.

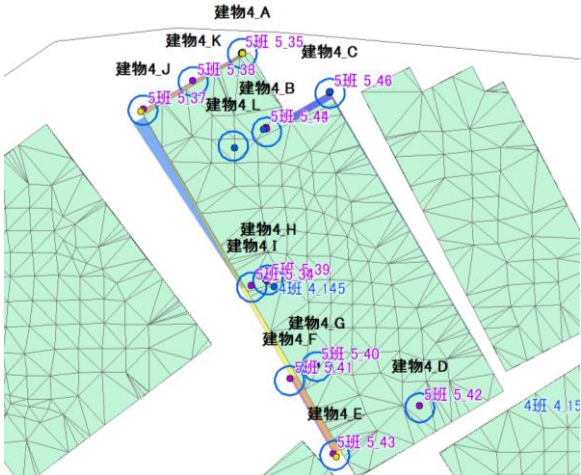


図-2 半自動作成した 3D 建物ポリゴン(2D 表示)

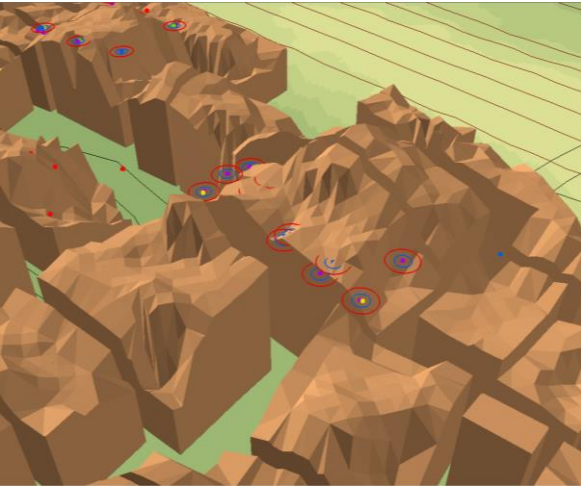


図-3 半自動作成した 3D 建物ポリゴン(3D 表示)

表-1 検証点における 3D 建物モデルと実測値の較差(平面直角座標系第 9 系。百の位以上は、共通で民家につき非表示)

点名	半自動作成した 3D 建物モデル			屋上 TS 細部測量による実測値			較差		
	X [m]	Y [m]	H [m]	X [m]	Y [m]	H [m]	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔH [m]
4_A	-***62.683	-**26.432	14.169	-***62.721	-**26.715	14.070	0.038	0.283	0.099
4_B	-***65.679	-**26.179	14.873	-***65.277	-**25.866	14.767	-0.402	-0.313	0.106
4_C	-***64.263	-**23.602	16.104	-***64.043	-**23.668	14.249	-0.220	0.066	1.855
4_F	-***74.264	-**24.526	13.957	-***73.890	-**25.035	14.016	-0.374	0.509	-0.059
4_G	-***73.676	-**23.553	14.375	-***73.422	-**24.131	14.248	-0.254	0.578	0.127
4_H	-***70.497	-**25.271	14.652	-***70.532	-**25.815	14.266	0.035	0.544	0.386
4_I	-***70.903	-**26.501	14.460	-***70.688	-**26.363	14.157	-0.215	-0.138	0.303
4_J	-***64.823	-**30.072	13.299	-***64.633	-**30.064	14.068	-0.190	-0.008	-0.769
4_K	-***63.960	-**28.603	13.757	-***63.671	-**28.378	14.461	-0.289	-0.225	-0.704
標準偏差 [m]							0.254	0.356	0.731