

データフュージョンによるトゥルーオルソ作成に関する調査研究

実施期間

平成 16 年度

測図部測図技術開発室 柴田 光博 大木 章一

1. はじめに

航空写真はレンズを投影中心とした中心投影画像であり、画像の中心から離れるに従って、建物等が倒れた状態の画像となってしまう(図-1)。この中心投影された航空写真を地図と同じ正射投影法に変換したものがオルソである。

近年のコンピュータの処理能力の急速な発達に伴い、オルソを作成する手段として、アナログ図化機や解析図化機によるアナログオルソから、コンピュータを利用したデジタルオルソが主流となってきている。このコンピュータを使用したデジタルシステムにより、全ての地物(建物等)が正射投影されるトゥルーオルソ(正射写真図)の作成も可能となった。しかしながらデジタルシステムにおいても、ステレオペア写真画像を使用したステレオマッチング法には高度な画像処理技術が必要とされるため、この手法の自動処理化は困難である。そのため、現在では航空写真と既存の地形・地物データ(DEM・DSM等)から、トゥルーオルソを作成する手法が一般的となっており、高精度のトゥルーオルソを作成するためには、より詳細な地形・地物データが必要となる。

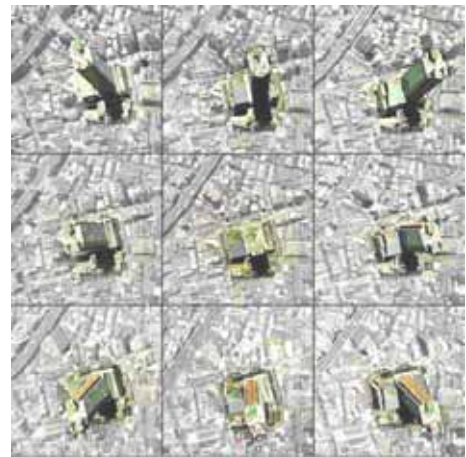


図-1 中心投影による建物の倒れ込み

トゥルーオルソを作成するためには、より詳細な地形・地物データが必要となる。

2. 研究内容

効率的なトゥルーオルソ作成手法の開発のために、航空機搭載型デジタルカメラ及び航空レーザ測量システムという、複数の航空機搭載型センサから得られたデジタルデータを組み合わせて(データフュージョン)トゥルーオルソを作成する手法について調査研究を行った。

作成エリアとして、低・中・高層建物、複雑な形状の建物及び公園緑地をバランスよく含んでいる、JR新宿駅を中心とした25k㎡(5km×5km)の範囲を選定した。

(1) データ取得

航空機搭載型デジタルカメラによる撮影を行い、地上解像度約10cmの高解像度カラーデジタル画像と近赤外デジタル画像の取得を行った。また同地域について、概ね50cm四方に1点程度の密度になるように航空レーザ測量も行った。なお本作業地域は建造物が密集しているために、オクルージョン(建物の陰になり、データが取得できない部分)が多く発生すると予想されたので、撮影についてはオーバーラップ・サイドラップ共に80%になるように、航空レーザ測量については東西方向と南北方向の2方向から計測を行う等、オクルージョンを減らす工夫を行った。データ計測の諸元を表-1に示す。

表－1 データ計測の諸元

計測諸元		
種別	航空レーザ測量(RAMSシステム)	デジタル画像データ取得(DMG)
計測高度	約2,100m	約960m
飛行速度	110kt	110kt
コース間隔	250m	270m
取得幅	約520m	1,327(撮影幅)m×737(進行方向)m
カラーデジタルカメラ	1,600万画素	1億617万画素
デジタル画像サイドラップ	71%	80%
デジタル画像オーバーラップ	60%	80%
デジタル画像地上解像度	約21cm	約10cm
撮影縮尺	1/23,700	1/8,000
スキャン角度	±7度	-----
計測パルス数	50,000Hz	-----
レーザデータサイドラップ	約52%	-----
点群データ間隔	0.5m×0.5mに1点	-----

(2) DEM 及び DSM データ作成

航空レーザ測量の計測データからノイズ除去を行い、50cm メッシュの数値表層モデル(DSM)を作成した。また、このデータに対してさらに地物フィルタリング処理を行い、同じく 50cm メッシュの数値標高モデル(DEM)を作成した。ノイズ除去処理及び地物フィルタリング処理後には目視による点検を行い、必要に応じて手作業による修正を加えた。さらに、作成した DSM データから DEM データの差分を取ることで、50cm メッシュの地物モデルを作成した。

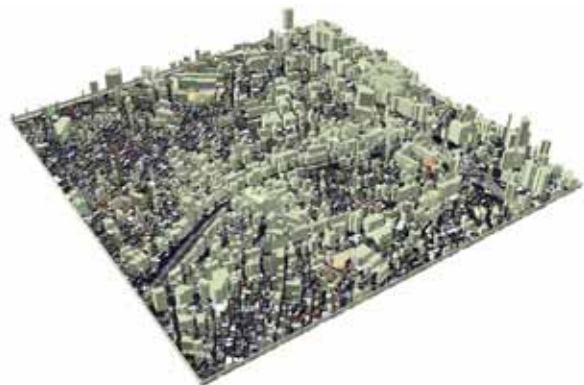
(3) 地物ポリゴン作成

高さ7m 未満の地物に対しては、中心投影による像の倒れ込みがほとんど認められなかったため、これらに関しては別途作成する簡易オルソ画像で対応し、像の倒れ込みを正射投影に変換する作業は、高さ7m 以上の地物（3階建て以上の建物に相当）についてのみ行うこととした。

まず、作成した地物モデルに対して、高さ7m 以上の地物の自動抽出を行い、地物ポリゴンを作成した。さらに細かいノイズや樹木等を除去するために、85 m²未満の小規模ポリゴンを除去する工程を加えたものが図－2で、これに簡易オルソフォト画像を重ね合わせたものが図－3（図－2，3とも、高さを水平方向の2倍に強調）である。



図－2 地物ポリゴン



図－3 地物ポリゴンに簡易オルソ画像を加えたもの

(4) 横断面画像のセグメンテーションと平滑化

3つの基準高さ（7m, 25m, 50m）を設定し、それぞれの基準高さ以上の地物に対して、地物ポリゴンからその地物の平面形状が最もよく表現される横断面の平面形状ポリゴンの自動抽出を行った。自動抽出結

果には不必要な凹凸が多数見られるため、必要な形状を残しつつデータ量を低減させるための線分の平滑化処理を施している（図-4）。

（5）トゥルーオルソ作成

作成された平面形状ポリゴンの部分に対してオルソフォト作成システム（デジタル図化機）の機能を用いて画像の正射投影変換処理を行った。その他の部分には簡易オルソフォト画像を貼り付け、オクルージョン部分に適切な画像を埋め込む作業を行い、トゥルーオルソを作成した。



図-4 地物ポリゴンの抽出結果

（6）近赤外画像からの緑被分布データ作成

緑被分布の抽出では、近赤外画像の活用が有効であるが、実際の近赤外デジタル画像データでは、植生と非常によく似た近赤外線反射特性を示す人工構造物（図-5）が認められ、近赤外画像のみでは緑被との区分が困難な場合が多い。高精度な緑被抽出には、近赤外画像以外の情報を付加して人工構造物等のノイズを除去する必要がある。

そこで、近赤外及び赤色波長の2種類のオルソ画像を使用して、近赤外画像単体よりも植生の識別に適しているNDVI（正規化植生指標）画像を計算で求めて、その結果に対して画像のセグメンテーション処理を適用し、地物境界のポリゴンを自動で生成させた。次に、個々のポリゴンが植生か非植生であるかをNDVIの値に基づいて統計的に分類を行い、緑被ポリゴンを作成した。最後に、



図-5 植生と似た近赤外線反射特性を示す人工構造物の例

（2）で作成した50cmメッシュの地物モデルから、個々の地物の形状情報（高さや平坦性など）を前述の緑被ポリゴン毎に集計・解析することにより、スペクトル情報のみに基づく緑被分類結果の誤分類の除去を行い、最終的な緑被ポリゴンを作成した。

3. 得られた成果

上記の手順で、25k m²（5km×5km）の範囲についてトゥルーオルソ及び緑被分布データを作成した。図-6は航空機搭載型デジタルカメラで撮影した画像と、トゥルーオルソ画像の一部である。

図-7はトゥルーオルソ画像に緑被分布データを重ね合わせて表示させたものである。

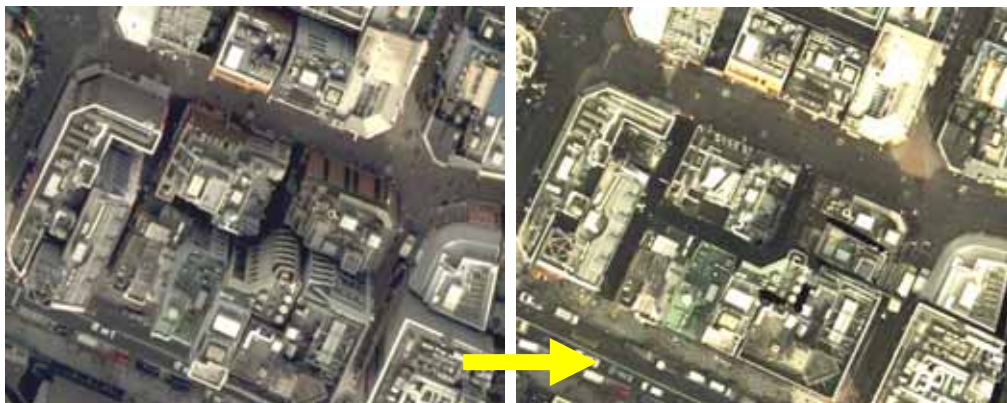


図-6 航空写真画像（左）とトゥルーオルソ（右）



図ー 7 緑被分布データ

4. 結論

細密なデータ計測に伴うコスト増が、アナログ計測機器に比べて抑えられるというデジタル計測機器の利点を生かし、航空機搭載型デジタルカメラ及び航空レーザ測量システムによる、都市部の高密度計測を行った。こうして得られたデジタルデータを組み合わせてトゥルーオルソを効率よく作成する手法について調査研究を行った結果、トゥルーオルソ作成工程の大部分を自動処理で行うことが出来た。また、航空機搭載型デジタルカメラに付属している近赤外画像センサの画像も使用することにより、緑被分布データも合わせて作成することが出来た。

その一方、このように自動処理で作成されたトゥルーオルソは、建物部分での不自然な繋ぎ目や、一部建物の壁面が見える等、まだ完全なものではなく、緑被分布データについても、暗色の屋根を植生と判断してしまっている箇所が幾つか見受けられるため、最終段階で人間によるチェックと修正が必要である。また、航空レーザ測量のデータから地物モデルを作成する工程においても、人間によるチェックと修正が必要である。この手作業の量をいかに減らすことが出来るかという点については、今後も検討を続ける余地が残されている。

しかしながら、トゥルーオルソ作成工程のほとんどを自動処理で行うことにより、人の手による作業を大幅に減らすことが出来たことの意義は大きいと考えられる。