

航空機レーザスキャナデータを用いた都市三次元モデルの構築に関する基礎的研究

01T0028F 鈴木智嗣

指導教員 山崎文雄

1. はじめに

レーザスキャナシステムは身近な建築物から地形情報まで多くの分野において三次元形状情報の計測に用いられている。また、応用の仕方によってはこれから都市計画や防災といった分野においても活躍することが期待されている。本研究では実際に航空機搭載型のレーザスキャナシステムによって取得されたデータを用いて都市三次元モデルを構築している。そしてモデル自体の精度調査を行い、さらにデータ取得の際に使用されたレーザ光の反射受光強度についても研究を進めた。

2. 航空機搭載型レーザスキャナシステム

航空機搭載のスキャン式レーザ測距装置を用いて計測対象物の三次元形状データを求めるものである。平面情報の計測を得意とし、主に地表面情報の計測に用いられている。地上基準点に設置したGPS及び航空機に搭載したGPSと、慣性計測装置(IMU)を用いて航空機の位置と姿勢を測定し、航空機から掃射したレーザによる測距結果を統合して地表面の形状をデジタルデータにて測定する¹⁾。

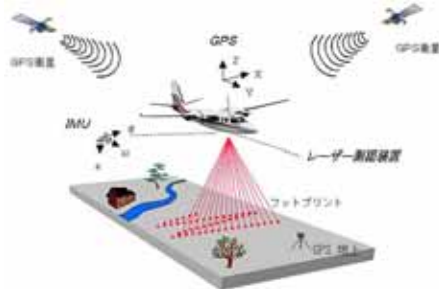


図1 航空機レーザスキャナシステム

表1 本研究におけるシステムの計測パラメータ

項目	2001年6月	2004年2月
対地高度	約700m	約1,100m
飛行速度	180km/h	250km/h
計測間隔	約1.2m	約0.9m
レーザ波長	-	1,064 μm
パルス頻度	5,000Hz	33,000Hz
スキャン頻度	13Hz	39Hz

3. 都市三次元モデル

世田谷区新町地域における二時期のデータを用いてそれぞれから都市三次元モデルを構築した。そこで時系列データの座標精度の検証²⁾や同域においての変化抽出、そして構築した都市三次元モデルそのものについての表現精度の調査を行っている。用いた二時期のデータを取得するために使用したレ

ーザスキャナ機器は異なっている。

はじめに2001年取得のデータと2004年取得のデータの位置座標がどの程度一致しているかを検証した。その手法として簡便ではあるが、それぞれの建物の角となる部分の座標を調べ、二時期においてどの程度位置座標が似ているか、また高さ座標はどうであるのかを比較して検証することとした。図2に示すのはある領域における二時期の都市三次元モデルである。ここで枠Aの建物について、建物上面四つの頂点それぞれの座標を確認した。例えば建物上面の左下の頂点における座標は二時期とも(X,Y,Z)=(41219,16520,65) 旧日本測地系第9系、でほぼ合致していた。同様に枠A以外の建物についても比較してみた結果、二時期において座標はほぼ一致していることが確認できた。レーザスキャナ計測は高い位置・標高精度をもっていることが分かる。



図2 二時期のモデル比較

次に目視による変化抽出を行った。ここではふたつの変化について述べる。図3はマンションが新規に建築された様子、図4は樹木の季節的変化である。2001年においては6月、2004年においては2月に取得されたデータであるので樹木が生き活きしているかそうでないかが見てとれる。建物の移り変わりだけではなく植生の変化も読み取ることが可能である。

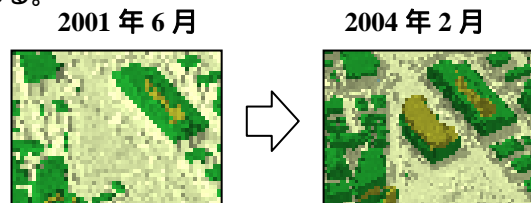


図3 マンションの新規構築

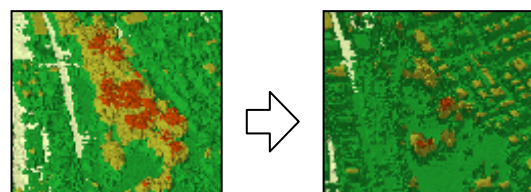


図4 樹木の季節的変化

最後に都市三次元モデルの表現精度の調査を行った。実際に世田谷区新町地域へ行き、モデルに描き出される建物や道路、樹木などを実物と比較することで、どの程度まで表現がなされているのかを調査した。以下に示す三つの箇所について細かく考察してみた。図5は、とあるマンションである。写真と比較してみるとマンションの外形の形状はもちろん、屋上にある塔屋も形状が把握できるほどに表現されている。図6は首都高速道路3号線であり、高架路となっている。高架下には国道が通っている。これはモデルのように地表面からそびえる構造物であるがごとく表現されている。また国道に隣接して駐車場があり、そこへ駐車する車の存在も確認することが可能である。図7は植生のモデルである。植生は季節により変化するものであるが、写真撮影とレーザーデータの取得時期はほぼ同時期であるために植生が三次元モデルとして描かれる場合の形状を確認することができた³⁾。モデルはデータからTINを作成しているために面の形状が三角形になっていることが顕著に現れている。樹木の精密な計測はレーザスキャナシステムの課題でもある。

以上、特徴ある都市三次元モデルの例を挙げて調査した。航空機搭載型のレーザスキャナシステムの情報計測能力は非常に高く、そこから構築されるモデルも精密であるといえる。

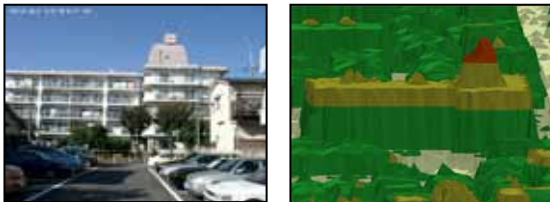


図5 マンションモデル



図6 高架道路モデルと自動車モデル



図7 樹木モデル

4. 反射受光強度

反射受光強度を被覆の違いに分けて調べた。反射受光強度とは近赤外光線であるレーザー光を対象に掃射したときに反射する強さのことである。

素材による強度の違いを判断するため、対象を砂

と土に分けてそれぞれ調べてみると、砂の強度よりも土の強度が高いことが分かった。同じ土壌という分類においても質の違いによって反射受光強度がかなり異なるという結果がでた。また色別に調査した結果、濃い色では強度が低く、明るい色では強度が高かった。色彩が明るくなるにつれて強度が高くなるという相関が見られた。これらの調査からいえることとして、総合的に見ると強度には素材よりも色が与える影響のほうが大きいようである。また強度値としては素材や色によってほぼ一定域に収束することが分かった。この値というのは相対的値である。その結果は表2のようになっている。また図8に反射受光強度の値域別に色分けした世田谷区新町地域を示す。この調査においては植生の強度が低く、理論上は近赤外光線に強い反応を示すはずであるのだがそのような結果は得ることが出来なかったのが残念である。

表2 素材・色別の反射受光強度

素材別項目	値域	色別項目(建物屋根にて調査)	値域
道路(アスファルトコンクリート)	1-12	濃紺・黒など	1-8
植生	10-20	茶	20-35
砂	20-30	赤	35-45
土	60-90	青	60-70
自動車	50-300	黄緑	70-80
		白	65-140

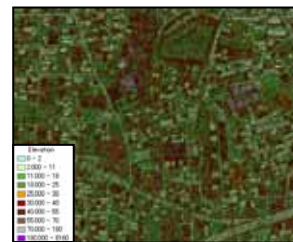


図8 反射受光強度

5. 結論

航空機搭載型レーザスキャナシステムは情報計測精度が高く、これから都市計画や防災の分野において大いに活躍することが期待される。しかし、この分野は日々進展している。今後さらに高性能なシステムの登場も考えられるため、有用性もそれにつれて広がってゆくことと思われる。

今後の課題として実際に都市三次元モデルの時系列比較から変化抽出を自動で行うことができるようになり組みんでゆきたい。また反射受光強度に関してもより精度の高い調査方法を考え、今回発見できた課題を解決してゆきたいと思う。

参考文献

- 1) 日本測量学会：航空レーザ測量による計測理論 - 『デジタル写真測量の理論と実践』2004
- 2) 中島保：変化抽出 - 『写真測量とリモートセンシング』vol.43, no.1,2004
- 3) 田村正行、高槻幸枝：航空機レーザスキャナーによる樹高計測 - 『写真測量とリモートセンシング』2000, vol.39, no.2