

(IV-3) ノンミラー・レーザーレーダー画像データの3D計測誤差とその応用

茨城大学工学部 正員 星 仰

1) はじめに

リモートセンシングによる間接観測計測法は航空機や人工衛星のプラットフォーム上の CCD センサーによる走査式システムによって、飛躍的な進歩をとげ、地球環境、生物圏環境、水圏環境に大きなインパクトを与えた。この技術の中の画像技術はカメラとフィルムの組み合わせから、フィルム不要の CCD センサーへと移行している。一方、測量器材もトランシット・セオドライト時代から電磁波長による測距儀の出現により、トータルステーションへと進み、特に長距離の高精度化と測量データの情報処理技術が進展して新世代を迎えた。近年、この画像技術と測量技術を組み合わせたレーザーレーダー方式が航空機調査で発展しているが、地上調査で応用されたのは 1998 年以降である。これはノンミラー方式の 3D スキャンで、今後の建設分野にも活用されるので、その概要と 3D 計測誤差について述べ、3D スキャン画像データの応用についても述べる。

2) 装置の機能概要

3D 型式のノンミラー測距儀(LMS-Z210)は 1998 年に市販された。これまでの測量界では 2 測点間の水平もしくは斜距離計測であったが、この RIEGL 社の LMS-Z210 ノンミラー測距儀は装置設置前方を垂直方向にスキャンして、これを水平方向に等角度きざみ斜距離を全面計測できるので、前方画面上の各画素すべての距離画像をデータファイルとして保存することが可能である。測定範囲 X は $2m \leq X \leq 350m$ で、計測時間は 6600 画素当たり 1 秒間である。したがって、 128×128 画素、 256×256 画素のデータ処理は約 2.5 秒、約 9.9 秒と高速である。測定波長帯は肉眼に安全な $20KHz$ 帯を用いている。測定誤差は $h = \pm 2.5 \sim 10cm$ 程度とされている。計測用座標系は測量前方を X 軸とし、これに水平直角に Y 軸、垂直方向に Z 軸とする。スキャンは Z 方向と

なり、 Z 軸方向 $\pm 40^\circ$ 走査する。これらの装置の外観断面とパソコンとの接続状況を図 1 に示す。

3) 計測データ処理用ソフトウェア

斜距離測定されたデータは距離画像として表示でき、この斜距離画像には RLMSCAN V2.21 ソフトウェアでデータ処理できる²⁾。この RLMSCAN V2.21 は Window95/98/NT で稼動するもので、表示機能、3D データの分析機能、データ書き出し機能がある。これらの内容は次のとおりである。

- 1) 受光強度画像はグレイコードとカラーコードで表示できる。コントラスト調整機能があり、距離画像のカラーコーディングができる。
- 2) 3D 分析機能では原データを行と列に表示して画像化でき、1 pixel 当たり 8 byte である。
- 3) 3D 画像は Bitmap(bmp)と J P G(jpg)が選定でき、3D データの書き出しは V R M L フォーマットで書き表わす。
- 4) 距離画像を遠近に応じてモノクロと RGB 表示できる。さらに、応用として水平断面や垂直断面の画像を表示することができる。
- 5) マウス指定のメスマーク位置において画素単位に X, Y, Z 座標が mm 単位まで表示できる。

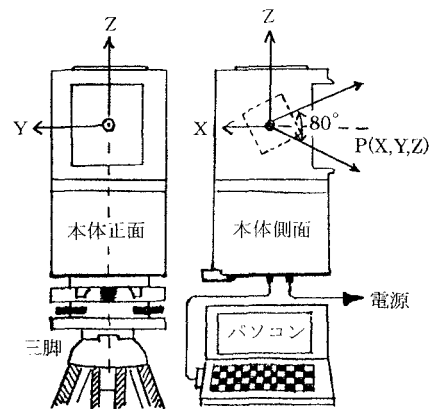


図1 LMS_Z210 型 3D 測距儀

キーワード：距離画像、ノンミラー測距儀、3次元計測

連絡先：日立市中成沢町 4-12-1、TEL：0294-38-5133、FAX：0294-38-5282

4) 建造物の測量

建物は平板測量を行い、その外形をトラバース線から測定してきた。また、トランシット・セオドライトで前方交会法でも位置が求められるが、矩形物では2辺を求めるのが精一杯で、多くの部分矩形1辺に、2測点(1基線)が必要とされる。航空写真からの上空調査は広い地区を撮影でき、地図作成によく用いられるが建造物では必ずしも測量したい辺長などが求められないなどの問題点があった。RIEGL社の3Dスキャナは斜方向から観測した画像データから有効距離範囲で全画素の距離を計測できる。この度、茨城大学工学部の建物から斜方向に建造物を対称にして距離画像を抽出した。その一部を写真-1に示す。距離画像データから、点位置、矩形辺長、線分等を求めて、その結果を表-1に示した。これらの誤差の発生要因を考察すると下記の項目①、②、③に要約される。

5) 計測への考察

これまでの測量上の誤差を小さくするには基本的な技術が基準に達しているとき、計測回数で対応させてきた。3Dスキャンは計測対象を画像上で再現するため、画像上の計測技術に左右される。この研究では下記の3点を取り上げた。

- ①対象をどの程度の縮尺で抽出するかということは精度に影響を及ぼす。これは観測位置の選定と観測点からどの範囲まで画像化するかという判断による。
- ②太陽の位置、測定時間が重要である。
- ③データ抽出後の画素計測では画素選定が誤差因子となる。このため測定画素を固定化させるためには、拡大率、メスマークのデザイン、色、濃淡のデザインが重要となる。

6) 3Dノンミラースキャナの応用

わが国土は狭いので土地利用が充分になされているため、地籍図の作成も大縮尺1/500にまで至り、これ以外にゼンリンなどの住宅地図の普及も全国に広がってきた。近年、中山間地区の安全性が取り上げられ、傾斜地の測量が必要とされている。また、都市環境、再開発計画、都市計画、測量分野等では、街並の建物を3D表示に用いるとき高さのデータが必要になる。また、地理情報システム(GIS)構築に対しても高速でかつ安価な計測法が要望されている³⁾。

ここで述べてきた3Dノンミラー方式のスキャナは画像データと距離データが同時に抽出できることから、上記の応用分野に適用できよう。

最後に、本研究の画像データ抽出に対して那須氏(リーグルジャパン)の協力を得た。さらに、COSMO Player2.1の資料提供を多湖氏(守谷商会)の協力を得たので関係各位にお礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) RIEGL : 3D Image Scanner, Laser Mirror Scanner LMS-Z210, pp.1~55, Edition 99/03, Vol.1.17, 1999.
- 2) RIEGL : Laser Mirror Scanner LMS-Z210 RLMSCAN, V2.21, pp1~35, 1987.
- 3) 上田稜, 星 仰 : “市街地景観シミュレーション用データの効率的な収集とGISデータベース”, 土木情報システムシンポジウム審査付論文, No.8, pp.175-182, 1999.10.

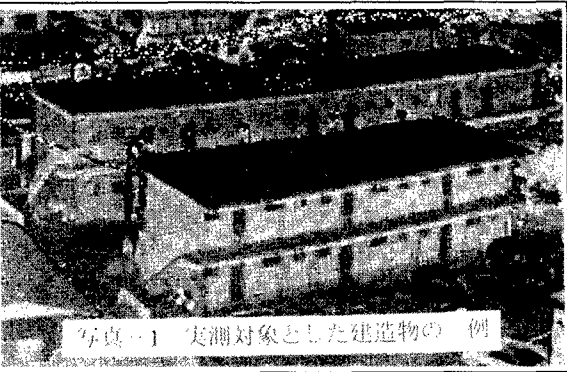


表-1 建物の測点の値

測点	建造物 A		建造物 B	
	座標値 [単位mm]		座標値 [単位mm]	
端点 1	$x_1=87.696$	-87.635	$x_1=71.059$	-70.927
	$y_1=32.670$	-32.335	$y_1=4.801$	4.644
	$z_1=19.442$	-19.308	$z_1=13.625$	-13.328
端点 2	$x_2=96.365$	-96.724	$x_2=82.828$	-81.710
	$y_2=29.209$	-28.592	$y_2=36.055$	36.526
	$z_2=18.751$	-19.103	$z_2=13.490$	-13.424
測長 $a_1a_2=0.100$ $\Delta a_1a_2=0.268$ 測長 $b_1b_2=33.960$ $\Delta b_1b_2=0.304$				
建物の高さ線分 $H=9.3116 + 0.0355$				