

配電設備の3次元データ取得のための安価なMMS開発

Development of Affordable Mobile Mapping System for 3D Data Acquisition of Power Distribution Facilities

モバイルマッピングシステムの導入拡大による3D点群データ取得の拡大・加速

配電設備の3次元データを取得するモバイルマッピングシステム（以下、MMS）の導入コスト低減に係る開発・評価を実施した。開発したMMSは高価なセンサ機器を安価なものに置き換えることで従来型MMSと比較し導入コストを1/6に抑えると共に、特定の機能・性能を軽減・排除することで要求される最低限の性能を有することを評価し、導入可能であることを確認した。



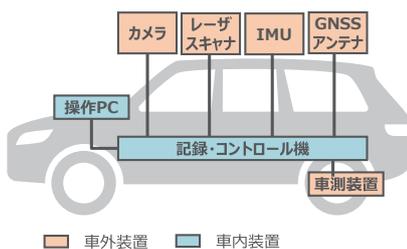
執筆者
先端技術応用研究所
情報技術グループ
難波 隆博

1 背景・目的

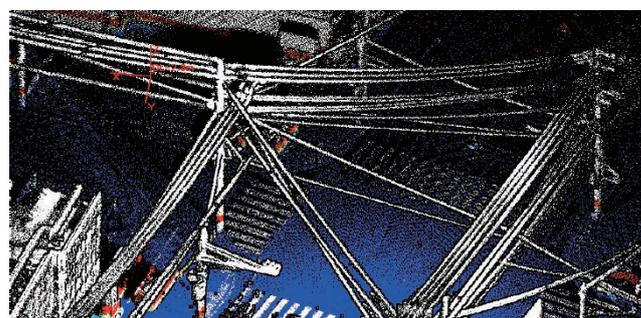
配電部門では、配電保守業務や建設業務の効率化・高度化を期待し、MMSの走行による沿道の設備の3次元点群データの取得を検討している。しかし、従来型のMMSは高価であり、全社的な導入拡大にはMMSの導入コストが課題となる。そのため、MMSの低コスト化および要求性能を満足する安価なMMSの開発・評価が必要となった。

2 MMSの機器構成と課題

MMSの基本構成を第1図に示す。MMSはレーザスキャナ、全球測位衛星システム（以下、GNSS）アンテナ、慣性計測装置（以下、IMU）、カメラ等で構成される。これらの組み合わせにより、相対的な3次元座標と位置情報を利用して、絶対座標による3次元点群データと映像を取得する。しかし、高度な計測精度が求められる構造物の調査・測量では、高性能なIMUを採用したセンサ機器が使用されるため、配電設備への導入にはコストが大きな障壁となる。



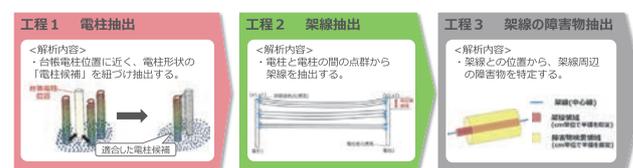
章で、今回開発した安価なMMS（以下、開発機）の性能評価を示す。



4 安価なMMSの性能評価

(1) 3Dオブジェクトの自動抽出技術

前述の通り、配電部門ではMMSの導入に際し、配電線と樹木の接近状況を調査する保安伐採業務を想定している。この業務でMMSを利用する場合、MMSで取得した3次元点群データを、「電柱抽出」→「架線抽出」→「障害物抽出」の3工程の解析により、配電設備や樹木などの3Dオブジェクトを自動抽出する技術¹⁾の活用を検討している（第4図参照）。



3 安価なMMSの開発

配電部門では、配電線と樹木の接近状況の調査支援などに活用する観点から、従来型MMS（以下、従来機）が有している高精度なセンサ性能は全て必要ではないため、IMUをはじめとする高価なセンサ機器類を、最新で且つ安価なセンサ機器類に置き換え、一部の高精度性能を軽減した。具体的には、IMUの精度を下げ、写真と点群の同期性能（点群へのRGB付与）を排除した。これにより導入費用を約1/6に抑えることが可能となる（第2図：構成、第3図：開発したMMSで取得した3次元点群データ）。以下の

(2) 開発MMSの机上性能評価

前述した技術の各オブジェクトの抽出精度への主な影響要素は、「電柱抽出」では点群データの絶対位置精度が重要であり、「電線抽出」では取得したデータの粒度が重要となる。これらの要素に関して、MMS機器性能との関連性を整理し、過去の研究で検証済の従来機と、本研究の開発機の比較性能評価を第1表に示す。IMU性能と点群相対精度は劣るものの、取得可能なGNSS数や点群密度については優れていることが分かる。

第1表 抽出精度要因で整理した開発機の比較性能評価

解析工程	抽出精度に影響を及ぼす要因	性能指標	従来機	開発機	従来機と比較した開発機の事前評価 (凡例：○：優れている、△：許容範囲、×：劣る)	
電柱抽出	点群データの位置精度	取得可能なGNSS数	3種類 (米、露、欧)	6種類以上 (米、露、欧、中、印、日)	◎	高精度精度を保つには4機以上の衛星通信が必要。そのため、取得できる衛星数が多いことは高評価。
		IMU性能	Heading 0.03° Roll/Pitch 0.015°	Heading 0.15° Roll/Pitch 0.02°	△	取得できる角速度の単位が小さい方がよい。
		ソフトウェア処理による補正	RTK-GNSS	ichimill (ソフトウェア提供)	○	RTK-GNSSを包含するソフトウェアのichimillを利用は評価。
架線抽出	点群密度	レーザー発射数	70万点/秒	120万点/秒	◎	取得できる点群数が多いことは高評価。
	点群相対精度		±2cm	±5cm	△	レーザー自体の相対位置精度は劣る。

(3) 開発MMSの現場検証による性能評価

ア 検証走行ルート

従来機と開発機の性能を比較評価するため、現場での検証を行った。具体的には、第5図に示す静岡市内の都市部、郊外地域、山間部の各ルートでそれぞれ走行し、点群データの取得を行った。



第5図 MMS検証の走行ルート

イ 電柱および架線の自動抽出率

二機種のMMSで走行した地域での電柱および架線（高圧配電線）の自動抽出率をそれぞれ、第2表と第3表に示す。都市部・郊外では、電柱の抽出率では従来機が開発機よりも約10%高い精度を示し、一方、電線の抽出率では開発機が従来機よりも約10%高い精度を示している。ただし、山間部の電線抽出率については従来機の方が約10%高い精度を有している。この違いは、

第2表 二機種の電柱抽出率 [左：都市部・郊外地、右：山間部]

都市部・郊外地				山間部			
機種	従来機	開発機		機種	従来機	開発機	
電柱数		299本		電柱数		294本	
自動抽出数	294本	98.3%	262本	87.6%	246本	83.7%	243本
正解電柱	243本	81.3%	212本	70.9%	104本	35.4%*	106本
誤判定電柱	51本	17.1%	50本	16.7%	142本	48.3%	137本
未抽出数	5本	1.7%	37本	12.4%	48本	16.3%	51本

*1 正確電柱が少ない要因として、半数以上を樹木と誤判定。点群データ解析技術については、本稿とは別途検討。

第3表 二機種の架線抽出率 [左：都市部・郊外地、右：山間部]

都市部・郊外地				山間部			
機種	従来機	開発機		機種	従来機	開発機	
電柱径間数		138径間		電柱径間数		176径間	
正解 ^{※2}	85径間	61.6%	100径間	72.5%	121径間	68.8%	99径間
1本不足	9径間	6.5%	11径間	8.0%	1本不足	25径間	14.2%
2本不足	12径間	17.1%	3径間	2.2%	2本不足	5径間	2.8%
3本不足	32径間	8.7%	22径間	15.9%	3本不足	25径間	14.2%
6本不足	0径間	0%	2径間	1.4%			

※2 電柱径間単位で架線された高圧配電線の条数を全数抽出できたケースを正解とする

従来機が4月の撮影データであるのに対し、開発機は6月の撮影データであり、樹木の成長により、架線の点群取得が困難になったことが主な原因と考える（第6図参照）。このため、撮影時期の違いを考慮すると、同等の取得が可能と考えられる。



第6図 4月・6月の違いによる植生の変化例（井川地区）

ウ 障害物との最接近距離計測・評価

二機種のMMSにて、電柱および架線抽出が実施できた箇所について、配電線と樹木の最接近距離の自動計測結果例を第7図に示す。双方、同一の障害物（樹木）が最接近距離の対象であることが分かる。距離の値が若干異なるが計測時期（4月と6月）による植生の影響と考えられる。

調査径間	従来機MMSデータの解析結果例(2022年4月)	開発機MMSデータの解析結果(2022年6月)
電柱1	最接近距離 0.58m	最接近距離 0.33m
25t982		
電柱2		
25t981		
電柱1	最接近距離 0.54m	最接近距離 0.30m
26t981		
電柱2		
26t982		

第7図 障害物との最接近距離計測結果

(4) 検証結果

今回開発した安価なMMSは配電部門の伐採調査業務において、導入可能な性能であることを現場での検証により確認した。

5 今後の展開

今後も、安価なMMSによる3次元点群データ取得を通じて電力業務の効率化を目指していく。その過程で、性能軽減の結果と効果を適宜検証・評価していく。

参考文献

- 1) 技術開発ニュース No.163
3次元点群データを活用した保安伐採業務の支援技術