

画像認識技術を活用した電柱位置特定の精度評価

車両等の移動体から撮影した画像による保全業務効率化を目指して

Evaluation of the Accuracy of Utility Pole Position Identification Based on Image Recognition Technology To Make the Maintenance Work More Efficient Using Images Taken from Vehicles

(エネルギー応用研究所 エネルギー提案G 新領域T)

(New Frontier Team, Energy Solution Group, Energy Applications Research and Development Center)

目視で実施している配電設備の巡視業務等を、画像認識・判定技術で代替できれば業務効率化が期待できる。これを実現するための基礎技術の一つとして、画像内の電柱位置の特定について、機械学習(ディープラーニング)の物体検出アルゴリズム(SSD)を活用して検討した結果、高い精度での電柱位置特定を実現した。

If image recognition and judgment technology can be utilized for inspections of power distribution facilities, it is expected that the efficiency of the work can be improved tremendously. As one of the basic technologies to realize this, we examined the object detection algorithm (SSD : Single Shot MultiBox Detector) of machine learning (deep learning), using it to identify the utility pole positions from images taken from a vehicle automatically. In the examination, we achieved highly accurate identification of utility pole positions.

1 背景・目的

近年、交通事故対策の一環として、事故の検証に活用されるドライブレコーダー等が普及し始めており、多くの画像データを自動収集できる環境が構築されつつある。また、機械学習等を活用し、画像内の物体を特定・判別する技術も進展している。

電力ネットワーク分野では広範囲に設置された設備の巡視を目視で行っており、これらの技術を活用することで、錆やひび割れ等の設備の状態変化や、樹木接触・営巣といった設備への接近・接触状態等を検出できれば、巡視等の業務を効率化することができる。これらを実現するためには、撮影した画像内の電柱等を特定する技術と配電設備の状態変化等を検出する技術を組み合わせる必要がある。

そこで、今回は撮影した画像内の電柱等を特定する技術として、物体検出アルゴリズム(SSD)を適用し検出した画像内電柱の位置情報と、電柱台帳の位置情報を照合することで、画像に写る電柱が台帳管理上のどの電柱かを特定する技術の精度検証を行った。

た紙面の電柱マップを基に、人の手で位置決めしたものを電子化したため、精度の低さが懸念された。電柱台帳の位置情報と実際の位置が大きく乖離していた場合、電柱位置特定精度に与える影響が大きい。そこで、精度の高いRTK-GNSS測位(第2図)により電柱の正確な位置を測定し、電柱台帳の位置情報と比較した。比較対象の電柱は、住宅街などの複数箇所を選定した。その一部を第1表に示す。

その結果、RTK-GNSS計測結果と電柱台帳の位置情報との水平位置の平均誤差は、国交省が定める地図縮尺1/2,500の標準偏差1.75m*1以内であり、本検証対象の電柱位置情報として活用可能であることを確認した。

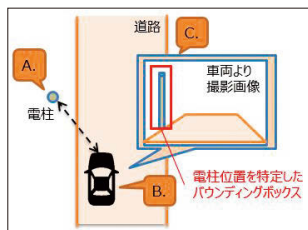


第2図 RTK-GNSS測位図

*1 国土交通省公共測量作業規定の準用元である作業規定の準則第80条で規定されている数値地形図における図郭内のデータの平均的な総合精度を示す指標値

2 研究の概要

社内の『電柱台帳の位置情報(A)』と撮影地点の位置情報(B)から推定した『画像内の電柱位置情報(C)』を照合(第1図)し、電柱の特定が可能か検証した。検証にあたっては、電柱台帳の位置情報の精度評価、GPS機器の選定、画像内の電柱位置特定精度の評価を行った。



第1図 電柱位置特定精度検証のモデル図

3 電柱台帳の位置情報の精度評価

電柱台帳の位置情報(第1図、A)は、かつて利用してい

4 GPS機器の選定

撮影地点の位置情報(第1図、B)は、一般に広く普及しているスマートフォンのGPS位置情報から取得した。

第1表 電柱台帳データとの比較結果(一部抜粋)

地域	電柱ID	RTK-GNSS計測結果		電柱台帳		水平位置精度誤差(m)	
		経度	緯度	経度	緯度		
A	02f413	35.176505	136.863489	35.176517	136.863475	1.87	
	02f40f	35.176510	136.862937	35.176507	136.862961	2.21	
	02f482	35.176495	136.861958	35.176490	136.861950	0.88	
	02f472	35.176498	136.861610	35.176490	136.861609	0.46	
	02f473	35.176498	136.861334	35.176496	136.861336	0.26	
	02f462	35.176501	136.860958	35.176498	136.860954	0.53	
	02f453	35.176504	136.860519	35.176514	136.860513	1.24	
	02f444	35.176503	136.860136	35.176518	136.860131	1.74	
	02f531	35.176513	136.859134	35.176521	136.859133	0.85	
	02f521	35.176544	136.858759	35.176555	136.858758	1.21	
	01f793	35.173229	136.862554	35.173245	136.862560	1.89	
	01f803	35.173413	136.862762	35.173429	136.862771	1.95	
B	01f804	35.173562	136.862936	35.173581	136.862947	2.33	
	01f901	35.173828	136.863244	35.173837	136.863238	1.13	
	01f913	35.174030	136.863474	35.174050	136.863486	2.45	
	02f013	35.174331	136.863822	35.174339	136.863825	0.89	
	02f024	35.174661	136.864205	35.174673	136.864209	1.34	
	02f134	35.175094	136.864711	35.175107	136.864711	1.42	
	02f233	35.175276	136.864921	35.175284	136.864924	0.90	
	02f243	35.175583	136.865279	35.175595	136.865280	1.33	
	平均水平誤差						1.34

GPS機器を選定するため、Android端末とiOS端末を用いて、5地点にてRTK-GNSS測位データと比較することで位置精度を評価した。その結果、Android端末よりiOS端末の方が、平均水平位置誤差が少ないことを確認(第2表)したことから、iOS端末をGPS機器として選定した。

第2表 Android端末とiOS端末の水平位置誤差比較

地点	測量データ (RTK-GNSS)		Android端末			iOS端末		
	経度	緯度	経度	緯度	水平位置誤差 (m)	経度	緯度	水平位置誤差 (m)
1	35.1684295	136.846613	35.168445	136.846688	7.1	35.168420	136.846643	2.9
2	35.1672559	136.957425	35.167215	136.957488	7.3	35.167277	136.957451	3.3
3	35.1736170	136.947884	35.173616	136.947933	4.9	35.173616	136.947933	4.5
4	35.1755330	136.849396	35.175574	136.849356	5.8	35.175534	136.849408	1.1
5	35.1732130	136.846476	35.173204	136.846446	2.9	35.173206	136.846474	0.8
			平均水平位置誤差		5.6	平均水平位置誤差		2.5

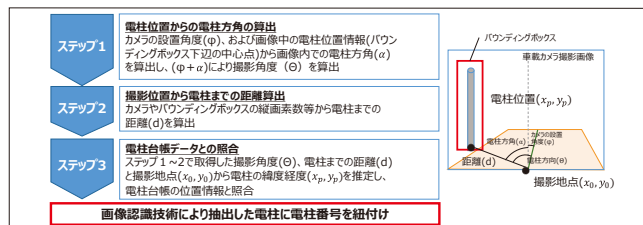
5 画像内の電柱位置特定精度の評価

(1) 画像内の電柱位置を特定する手法

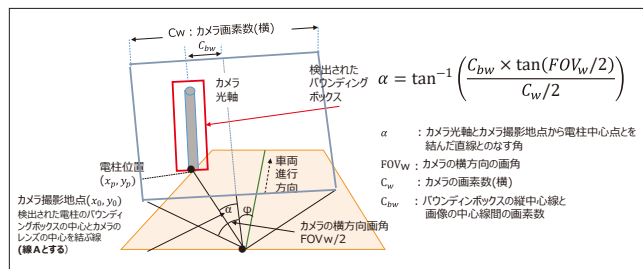
撮影した画像内の電柱位置情報(第1図、C)を特定する手法を第3図に示す。本手法では、撮影位置からの電柱方向(ステップ1:第4図)と、撮影位置から電柱までの距離(ステップ2:第5図)を算出し、これらを用いて推定した画像内の電柱位置情報と電柱台帳の位置情報(第1図、A)を照合(ステップ3)し、最も近いものを対象電柱として特定した。

(2) 検証結果と特定精度向上の取り組み

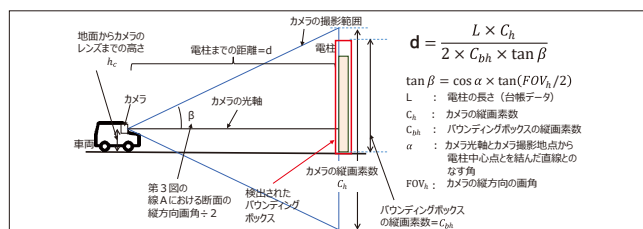
前述の手法を用いて、住宅街などの5エリアにて画像内の電柱位置特定精度を検証した。その結果、79%の電柱位置を正しく特定できた。



第3図 画像内の電柱位置を特定する手法



第4図 電柱方向α算出のモデル図と式(ステップ1)



第5図 電柱までの距離d算出のモデル図と式(ステップ2)

しかし、誤答率21%では、業務適用が困難なことから、電柱特定を失敗した要因分析とその対策について検討した。

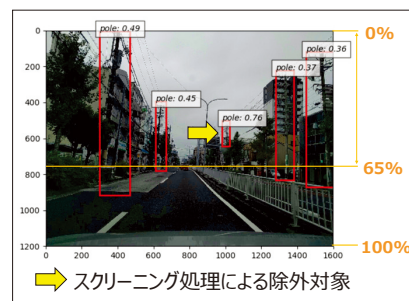
- その結果、電柱特定を失敗した要因は、
- 要因①：バウンディングボックスが実際の電柱より短く検出されたケース、
 - 要因②：バウンディングボックスが実際の電柱より長く検出されたケース、
 - 要因③：画像の端にあるバウンディングボックスが電柱全体を検出できていないケース、
- の3つの場合であった。

そこで、要因①～③への対策(スクリーニング処理)として、

対策①：画像上部から65%の位置で閾値を設けて除外、(第6図)

対策②：電柱までの推定距離75m以上を除外、

対策③：電柱全体を検出できていないものを除外、を実施した結果、今回の検証地点において正答率100%に精度向上を図ることができた。



第6図 対策①の概要図

第3表 検証結果

エリア	画像枚数	スクリーニングされる電柱数			対策後正答数	SSDによる検出電柱数	正答率	
		対策①	対策②	対策③			対策前	対策後
1	4	4	0	1	13	18	72%	100%
2	4	3	2	1	10	16	82%	100%
3	4	6	1	1	8	8	75%	100%
4	4	1	1	1	10	13	85%	100%
5	4	0	1	0	5	6	83%	100%
合計	20	14	5	4	38	61	79%	100%

6 まとめと今後の展開

車両から撮影した画像内の電柱の位置情報と電柱台帳の位置情報を照合することで、電柱を特定する技術の精度検証を行った。その結果、GPS測位の誤差が一定程度存在する環境においても、正答率を上げるための対策を実施することで、高い正答率を実現できた。ただし、今回の検証エリアは住宅街中心であったこと、SSDの電柱検出技術は、天候や光の反射等の撮影環境に影響を受けることから、4K等の高画質化も含め、あらゆる地域・撮影環境下においても、高い精度が実現できる方法を検討する必要がある。加えて、画像認識・判定技術を巡視業務等へ活用するためには、設備の錆・ひび割れ等の状態変化や、樹木接触・営業等の異常箇所を画像から検出する技術と組み合わせる必要があることから、これら関連技術の検討も進めていく。



執筆/ 富野友貴