

軌道技術者による締結装置異常検知 AI モデルの開発

東京地下鉄株式会社 正会員 ○工藤 浩之
非会員 小向得 大輝

1. はじめに

東京地下鉄株式会社(以下、東京メトロとする)では、線路設備モニタリング装置で取得した画像から締結装置異常検知 AI モデルの開発を進めている。従来の AI は、情報技術者が不可欠であるため開発コストが高く、委託先とのコミュニケーションが適切ではない場合に期待どおりの結果が得られないことが課題となる。本稿では、クラウドベースのサービスを利用し、情報技術に精通していない軌道技術者が異常検知 AI モデルを開発した事例を紹介する。

なお、¹⁾ 東京メトロのトンネル環境は、高塩分濃度の漏水による影響でレール電食や締結装置の腐食が多発している区間がある(図1)。締結装置の腐食は、軌道保守上の課題であり自動検知することで業務の効率化も見込める。



図1 締結装置の異常

2. 開発方法と判定対象

開発環境は、ライセンス使用料が安価であり、構築の難易度が低いクラウドベースのサービスを選択した。また、異常検知 AI モデルの判定対象は、次の理由から締結装置とした。

(1) 異常検知 AI モデルの作成を行うため、教育的側面を重視し、線路設備モニタリング装置により取得した線路画像の中から異常が判定しやすいこと。

(2) 大量の画像データから繰り返し学習を要する AI モデル開発の作業効率及び判定精度を高めるため、異常サンプル数が多いこと。

3. AI モデルの作成

異常検知 AI モデルを作るためには、まず教師データとなる大量の画像が必要であり、アノテーションと呼ばれる画像データに情報を付加する作業を行う。学習を繰り返し行うことで高い精度で AI が特定の物体やパターンを識別することができる。今回は 2 つの AI モデルを組み合わせることにより、締結装置の異常検知 AI モデルを図2の手順で作成した。

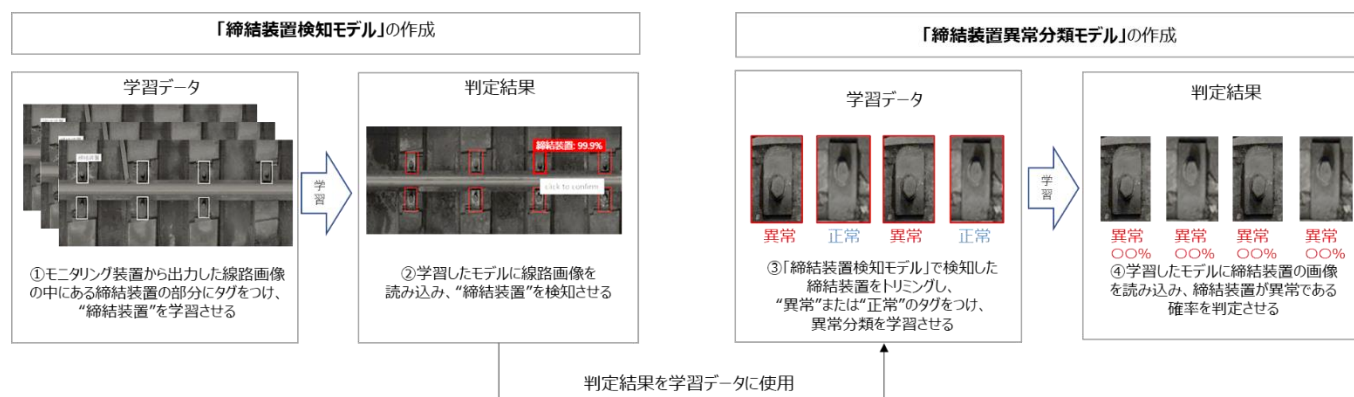


図2 AI モデル作成イメージ

キーワード 電食 AI 画像処理 モニタリング

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19 番 6 号 東京地下鉄株式会社 TEL:03-3837-7171

(1) 締結装置検知モデルの作成

検知モデルの作成は、判定対象とする「締結装置のみ」の範囲を検出させるために画像上から締結装置を手作業で選択したことにより、締結装置以外の判定を防ぐことができる(図3)。これにより、締結装置以外の誤検知率3.5%の精度を得ることが可能となった(図4)。

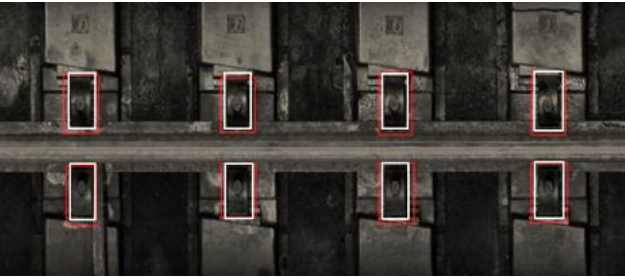


図3 締結装置の検知

表1 検知モデルの精度

検知対象数	検知数	未検知数
173	179	0
未検知率	誤検知数 (対象物以外の検知)	誤検知率
0%	6	3.5%

(2) 締結装置分類モデルの作成

分類モデルの作成は、前号でトリミングした「締結装置のみ」の画像を異常又は正常で判別させるために、軌道技術者の経験を基にひとつずつアノテーションした(図4)。精度を検証した結果、正解率は81%であった(図5)。一方で、本モデルで誤判定となったデータは、軌道技術者の目でも判断が難しいものであった。

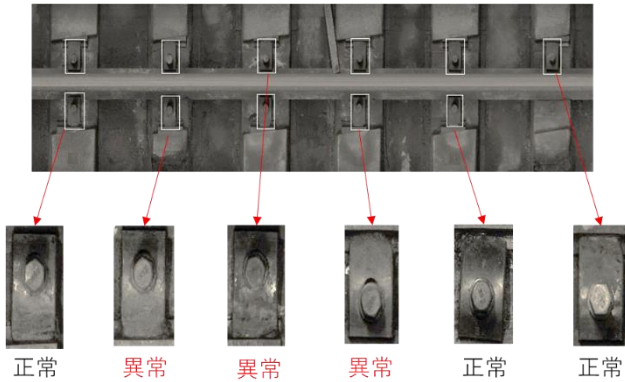


図4 締結装置のラベリング

分類モデルの精度			
判定対象 173箇所		予測	
		異常あり 72箇所	異常なし 101箇所
実際	異常あり 75箇所	A 57箇所	B 18箇所
	異常なし 98箇所	C 15箇所	D 83箇所
適合率		A / (A + C)	79%
再現率		A / (A + B)	76%
正解率		(A + D) / (A + B + C + D)	81%
適合率...		予測が正解する割合	
再現率...		実際の異常の発見割合	
正解率...		全データ中の正解した割合	

図5 分類モデルの精度検証

4. まとめ

今回の異常検知 AI モデルは、安価かつ容易に開発できたため、膨大な画像データを使用者自らのアイデアにより活用できると示せた。また、軌道技術者により学習させたことで、軌道技術者目線が活かされた比較的高い判定精度となった。一方で、AI モデルが誤判定となったところはサンプルデータを蓄積及び学習させることにより精度を高めていく必要がある。

今後、まくらぎのひび割れやゴムパッドの飛びだしの検知等 AI の用途は多岐に渡る。正しい部材の異常や正常の判断で判定精度の高い AI モデルの開発には、軌道技術者自らがターゲットを選定し、AI 開発の実現性を検討することが重要である。さらに自動検知すべき領域にフォーカスすることで、現場のニーズに合った AI モデルを開発することができる。このような取り組みは DX 化を推進していくにあたり、技術部門が主体となっていくことは、効率的かつ意義がある。また、これらの取り組みを継続することは、軌道技術者だけでなく情報技術者の育成にも寄与できると考える。

参考文献

1) 大澤純一郎ほか：軌道構造による電食発生状況の一考察，土木学会第 69 回年次学術講演会，IV-380，2014