

画像処理技術を活用した軌道状態評価手法の基礎研究

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○安部 聡 , 千代 誠

ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 正会員 中山 忠雅, 向井 雅俊

1. はじめに

当社では効率的かつ高精度な線路検査の実現に向けて、係員が目視等により実施している現行の検査について、画像処理等の汎用技術を活用して車上から実施する開発を進めている。本開発は線路設備の敷設状態、形状を正確に捉えるハード要素と、設備状態を適正に判断するソフト要素の開発要素に大別される。これまではハード要素の開発として、車両に搭載したラインセンサカメラより線画像を、3D カメラより形状データをそれぞれ収録してきた。

本稿では、上記で収録されたデータを基に画像処理技術を活用し、軌道状態を評価する基礎研究を実施したので、その結果を報告する。

2. 処理の全体構成及び検討対象

軌道状態を適正に判断する為には、これまで判断を行ってきた係員の知識やノウハウに代わる処理機能を確保する必要がある。そこで、収録したデータをどのような流れで処理していくことで適正な判断に繋がるか、といったプログラムの全体構成について事前に検討を行った。その結果を図 1 に示す。このフローは、(1)検査対象がどこにあるかを特定する位置検出、(2)検出した検査対象がどのような種類であるかを特定する種別判断、(3)位置・種別の特定を行った検査対象の良否判断、以上 3 つのステップに整理できる。今回はこのフローを基本として、整理したステップ毎に詳細なアルゴリズムの検討を行うこととした。

なお今回対象とした検査項目は、レール締結装置の有無・緩み、継目板締結装置の有無・緩み、PC まくらぎクラックの 3 項目としている。

3. アルゴリズムの検討及び適用結果

前項で整理した 3 つのステップに添って個々のアルゴリズム検討を行った。ここではステップ毎の着眼点、処理方法、並びに実験線で収録したデータに検討したアルゴリズムを適用した結果について報告する。

(1)位置検出

個々の検査項目となる対象物が軌道面上のどの位置にあるかを予め検出しておくことで、精度の向上並びに処理時間の短縮が期待できる。今回は適用する画像処理の内容から図 2 に示す順序で位置検出を行った。検出方法は、入力画像の輝度平均値及び偏差、エッジ処理等の画像処理を併用することとした。

位置検出の結果の一例を図 3 に示す。適用したアルゴリズムにより継目、まくらぎとも正しく位置検出できている。実験線データで位置検出を行った結果、継目、まくらぎに加え締結装置の位置も正しく検出できていることを確認した。

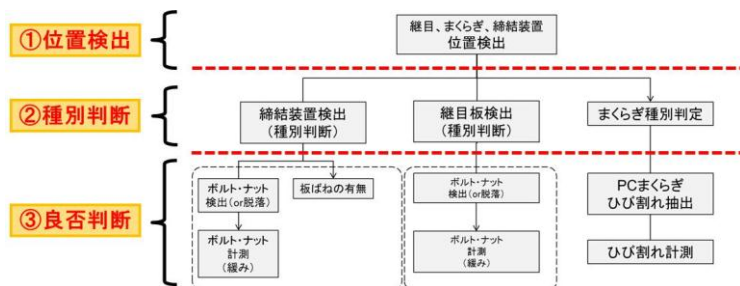


図 1 処理フロー

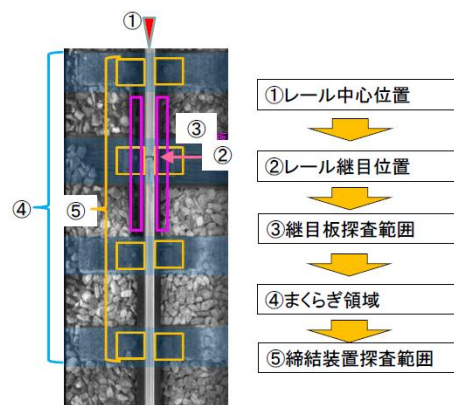
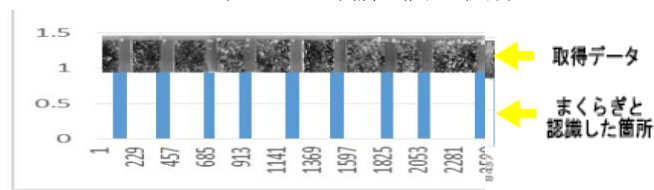


図 2 位置検出順序



継目位置検出結果
(マーキング箇所を継目と認識)



まくらぎ位置検出結果

図 3 位置検出結果 (継目・まくらぎ)

キーワード 画像処理技術, 軌道状態評価, アルゴリズム

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目 4 番 24 号 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部 技術部 TEL06-6376-8136

(2) 種別判断

種別判断は台帳情報に頼らず、収録されたデータから判断することを基本に考えている。判断方法として画像処理的に確立された手法で、判定精度も期待できるテンプレートマッチングを用いることとした。処理フローを図4に示す。

実験線データでテンプレートマッチングを実施した結果、殆どの箇所ですべて正しく種別を判断していたが、一部他の類似する種別と誤って判断した事例もあった。今後類似形状が多い場合や、テンプレートの数が増大していくことで精度の低下が懸念されるため、3次元データによる判断をフローに組み込む等、判断方法の更なる検討が必要である。

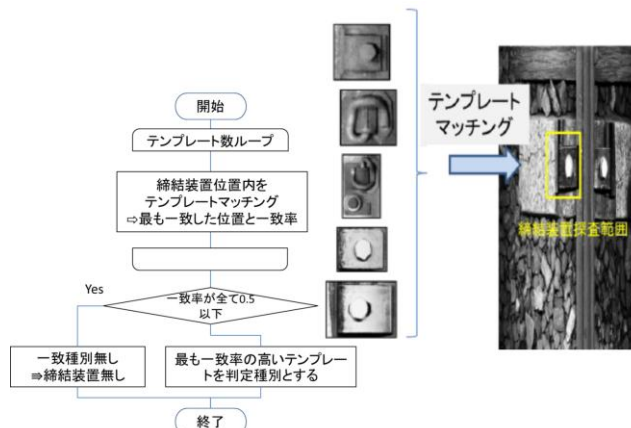


図4 テンプレートマッチング処理フロー

(3) 良否判断

位置検出、種別判断を経て最終的に良否の判断を行う。このステップに際しては、検査項目毎に良否の違いや特徴を整理し、それらを画像処理等により区別できるよう検討した。ここでは実験線データへ適用した結果の中から、レール締結装置とPCまくらぎクラックの判断結果について報告する。

a) レール締結装置

レール締結装置については、脱落と緩みに関して判断可能か検証を行った。脱落に関しては前項の種別判断でも適用したテンプレートマッチングを用いた。適用結果の一例を図5に示す。今回実験線で脱落を模擬した箇所は、全てこの手法により脱落と正しく判断できた。

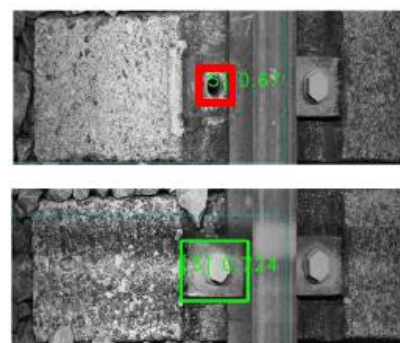


図5 締結装置脱落検出結果
(テンプレートマッチング)

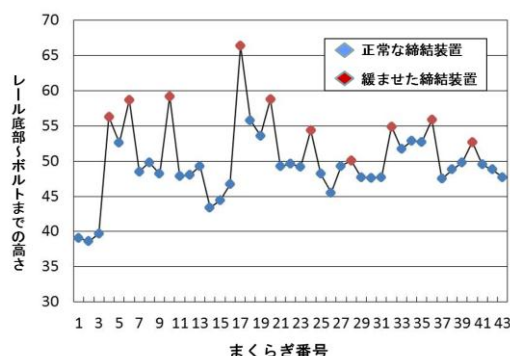


図6 締結装置緩み検出結果

b) PCまくらぎクラック

PCまくらぎクラックについては、実験線にクラックの発生しているまくらぎを挿入した上でデータ収録を実施し、クラックの判断が可能か検証を行った。今回はクラックの見え方や発生状況から、輝度値によるフィルタリングや細い線を残すような処理を行った。結果を図7に示す。いずれの場合もクラック部分を検出しているものの、骨材等の模様といったそれ以外の部位も検出している。今後これらを区別して検出するため、検出すべきクラックの大きさ、特徴等を整理し直した上で、検出方法の改良が必要である。

4. まとめ

本稿では車上装置にて収録されたデータの処理に関する基礎研究結果を報告した。プログラムの全体構成(位置検出、種別判断、良否判断)の中で2次元、3次元データを有効性にに応じて使い分けることで判別手法の選択肢が増え、各項目におけるアルゴリズムの検討においても一部は良好な結果を得ることができた。一方、データを蓄積した上で検証が必要な項目や、新たに処理方法を構築すべき項目もあることから、今後も諸課題の解決に向けて引き続き検討を行っていく所存である。

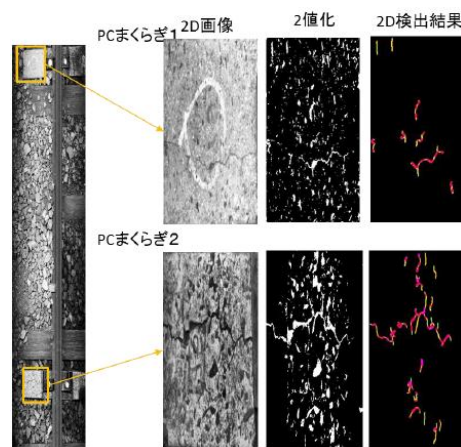


図7 PCまくらぎクラック検出結果