

線路周辺画像解析エンジンの軌道検査業務への活用可能性

鉄道総合技術研究所	正会員	○川崎	恭平
鉄道総合技術研究所	非会員	清水	惇
日本電気株式会社	非会員	澁谷	一聡
NEC ソリューションイノベータ株式会社	非会員	中島	昇

1. はじめに

弊所では、営業列車等の先頭に設置したステレオカメラによって得られた画像に対して、3次元計測及び差分検出技術等の画像解析技術を適用して、列車走行に支障する恐れのある線路周辺の物体や沿線環境の変化等を検出するための線路周辺画像解析エンジンの開発を進めている¹⁾。

本稿では、本エンジンを活用した静的な軌道変位推定手法及び床下映像に対する差分検出について検討した結果について述べる。

2. 線路周辺画像解析エンジン

線路周辺画像解析エンジンの機能を以下に示す。

(1) 自己位置推定機能

先頭映像からカメラの姿勢・位置情報を算出する。本機能により、図1に示すように、走行経路の推定ができ、GNSS等の位置情報を補完することが可能である。加えて、後段の処理である3次元計測の精度を向上する。

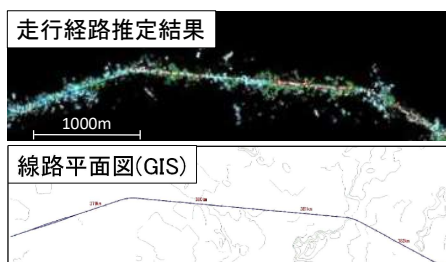


図1 自己位置推定機能

(2) 任意の範囲内に存在する物体の検出機能

自己位置推定機能により得られるカメラの姿勢・位置の情報を用いて、レール長手方向の複数地点における3次元計測結果を統合することにより高精度な3次元計測を行う。本手法で得られる結果を活用することにより、図2に示すように、任意の範囲内に存在する物体の有無が判別できる。なお、図3に示すように、本手法による距離計測の誤差率（計測値と実測値の絶対誤差/実測値）は5%未満である。

キーワード ステレオカメラ、画像解析、軌道変位、床下映像

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL042-573-7277

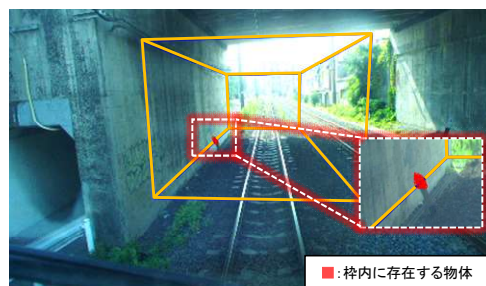


図2 設定範囲内の物体の有無の判別

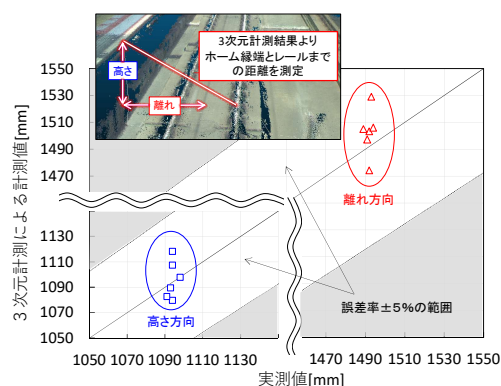


図3 距離計測の精度の評価例

(3) 差分検出機能

異なる時期に撮影した2つの映像から、両者の相違箇所を検出する。本機能により、図4に示すように、線路周辺の環境に変化があった箇所を把握できる。なお、本機能はステレオカメラの片側だけの映像を用いている。

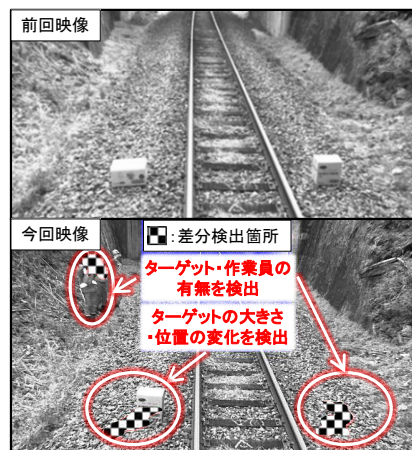


図4 差分検出機能による相違箇所の検出例

3. 軌道変位検査への活用

本エンジンの3次元計測機能では、3次元座標を有する点群データが得られるため、軌道検測の測定点に対応する点群データを抽出して処理することで静的な軌道変位を推定できる可能性がある。そこで、線路周辺の点群データからレールのゲージジョナ（以下、GC という。）付近のデータを抽出し、静的な軌道変位を推定する手法を検討した。以下では、通り変位の推定手法及びその結果について述べる。

(1) GC 側の点群抽出

3次元計測で得られる図5の点群データに対して、RGB値が一定値以上の点群を抽出してレール照面の点群座標を取得する（ここでは、R値が120以上となる点群を抽出している）。次に、レール照面の3次元座標より、同図に破線で示すように、軌道中心に最も近い点群を抽出して、GC側の点群を推定する。

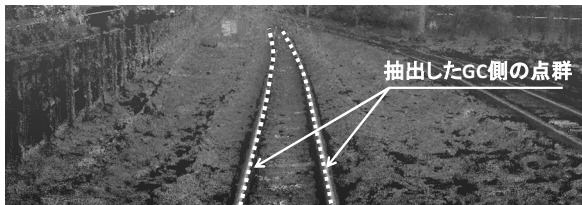


図5 点群データイメージ

(2) 通り変位推定

(1)で得られるGC側の点群は不等間隔であるため、起点方の点群を基準として、それぞれの間隔が0.25mとなる点群のみを抽出するリサンプリングを行う。次に、リサンプリングした点群すべてに10mの弦を張り、弦の midpoint 座標と midpoint 近傍に存在する点群座標との2点間距離から10m弦の通り変位を推定する。

(3) フィルタ処理

(2)の推定値はノイズ成分を含むため、LPF処理により、短波長成分を除去する。ここでは、波長8m以上を通過帯域とするフィルタ処理を行った。

以上の処理で得られる通り変位の推定値と映像取得直近の軌道変位検測の実測値の比較を図6に示す。

同図より、R800の全緩和曲線区間において曲線成分を推定できていることに加えて、基準線補正値の比較ではGC側の点群が得られていない区間及び分岐器区間を除けば、極端に大きな推定値とはなっていないことを確認できる。

4. 床下映像に対する差分検出

線路周辺画像解析エンジンの差分検出機能を活用して、図7に示すように保守用車の床下に設置した

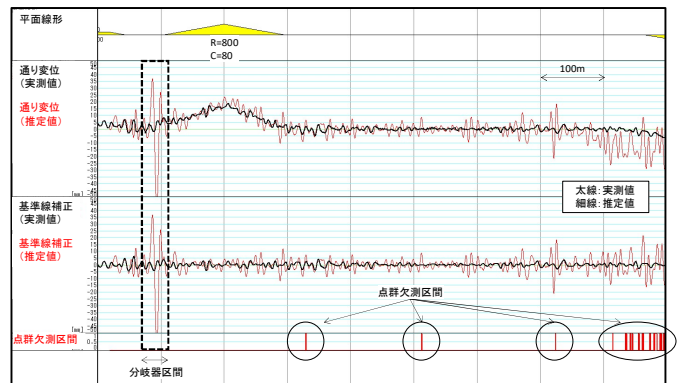


図6 通り変位の実測値と推定値

市販のデジタルカメラで得られる2時期の映像から、軌道部材の状態変化について検出可能か検討した結果について述べる。なお、本試験は保守用車の走行速度を5km/h程度として、1回目の走行時では軌道パッドがズレた状態、2回目の走行時ではズレを修正し、締結装置を取り外した状態として実施した。

図8に差分検出機能により2映像の差分を検出した結果を示す。同図より軌道部材の状態変化が検出できていることを確認できる。一方、バラストの乱れも検出していることから、今後、このような不要な変化検出を抑制する手法を確立する必要がある。また、カメラのシャッター速度を調整することで、高い速度でも差分検出が可能であると考えられる。

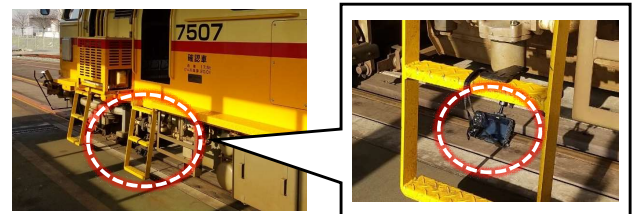


図7 カメラ設置状況



図8 差分検出結果

5. まとめ

線路周辺画像解析エンジンの軌道検査業務への活用可能性について検討した。今後は、3次元計測によるレールの検出精度及び差分検出精度を向上するための技術開発を行っていく予定である。なお、本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施した。

参考文献

1)公益財団法人鉄道総合技術研究所:線路周辺画像解析エンジンを開発、鉄道総研ニュースリリース、2020.3