

## 列車に搭載したカメラによる線路沿線の環境変化抽出手法の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○藤嶋 昭久  
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 高山 宜久  
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 曾我 寿孝

### 1. はじめに

当社では、少子高齢化によって生産労働人口が減少し労働力確保が困難になるといった将来的な課題を解決するために、鉄道オペレーションのシステムチェンジを構想し、その実現に向けて取り組んでいる。

本稿では、上記システムチェンジの取り組み項目の一つである、列車による線路巡視（以下、「列車巡視」という）の装置化を実現する列車巡視システムの開発における線路沿線の環境変化抽出手法の検討について検証を実施したので、以下にその内容について報告する。

### 2. 列車巡視の装置化

表-1 列車巡視の装置化構想

技術基準上の解釈より列車巡視には、「①線路の保守状態確認」「②建築限界の確認」「③線路沿線環境の変化」の3項目を把握することが必要である。3項目について、現状の実施方法と装置化の方向性を表-1に示す。

機能	現状の実施方法	装置化の方向性	
①線路の保守状態確認	体感等による 列車動揺確認	列車動揺計の活用	
②建築限界の確認	目視による確認	画像処理	差分抽出
③線路沿線環境の変化			ステレオ視 差分抽出

現状、目視により確認を実施していることの装置化については、列車の前頭に単眼式ビデオカメラを搭載して取得した映像データを画像処理することで、建築限界の支障有無や線路沿線環境の変化を抽出することとしている。

### 3. 線路沿線環境の変化抽出の方法

本開発では、二つの画像処理を実施し、線路沿線環境の変化を抽出した。まず、撮影日時が異なる二つの映像データを同期させる処理（以下、「フレームマッチング」という）、その次に同期させたフレーム（動画を構成する個々の静止画）同士を比較し、画像上の差異を抽出する処理（以下、「差異抽出」という）を行った。

以下に、基礎試験、フレームマッチング、差異抽出の検討結果について報告する。

### 4. 基礎試験の検討結果

表-2 設定した環境条件の基礎試験結果

研修センター内の訓練線において、列車巡視を実施する上で変動が予想される環境条件を様々設定し、フレームマッチングの基礎試験を行った。設定した環境条件とは、撮影画像に影響すると考えられる太陽の角度、カメラに対する太陽の向き（逆光、順光）、フレームマッチングを行うために必要な画像の有効範囲、カメラの撮影画像の縦横比である。今回の試験結果を表-2に示す。確認結果内の環境条件であれば、フレームマッチングが可能であることを確認した。

確認項目	確認範囲	確認結果
太陽角度	3~44度	影響無し
太陽の向き	順光・逆光	影響無し
有効画像範囲	0~100%	66%以上
画像縦横比	16:9, 1:1, 3:4	全て可能

### 5. フレームマッチングの検討結果

列車の速度発電機等から得られる距離情報と、画像処理により抽出した画像の特徴的な情報を組み合わせ、比較元のビデオ（以下、「基準ビデオ」という）と比較対象のビデオ（以下、「参照ビデオ」という）のそれぞれのフレーム毎に付加し、その相関関係から同期させる手法を開発した。なお、画像の特徴的な情報とは、輝度の変動量が閾値以上の箇所を特徴点（図-1）として採用する情報であり、この特徴点の一致率により相関の有無を把握している。また、まくらぎのような規則的な繰り返しおよび画像内での変動が

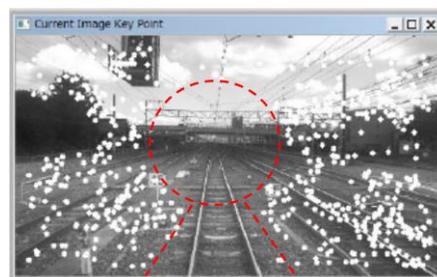


図-1 特徴点の抽出結果（一例）

キーワード 列車巡視、フレームマッチング、画像処理、単眼ステレオ視

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 技術開発部 TEL06-6376-8136

小さい遠隔な範囲に点線のマスクをかけて特徴点抽出を行わず、それ以外の領域から得られる情報を用いるようにしている。

次に営業線で撮影した映像データを用いて、フレームマッチングの処理を実施した結果を図-2に示す。図-2のように太陽の角度、向き等の環境条件が違っているフレーム同士でも、精度良くフレームマッチングが可能で



図-2 営業線のフレームマッチング処理結果画面 (一例)

あり、次の処理である差異抽出が十分に可能なレベルであった。

### 6. 差異抽出の検討結果

画像処理によりフレーム同士の全体的な差分を抽出する手法では、環境条件の違い等に起因し、本来は不要であるもの(以下、「ノイズ」という)を多数抽出する結果となった。(図-3)そこでノイズの影響を低減するため、単眼ステレオ視の原理を活用した差異抽出の手法を検討した。これは映像データの複数枚のフレーム画像を用いて、単眼ステレオ視を行い、前方に仮想的に設けた支障検知枠の画素に撮像されている対象物の支障の有無ならびに支障している場合の支障検知数を判定するものである。

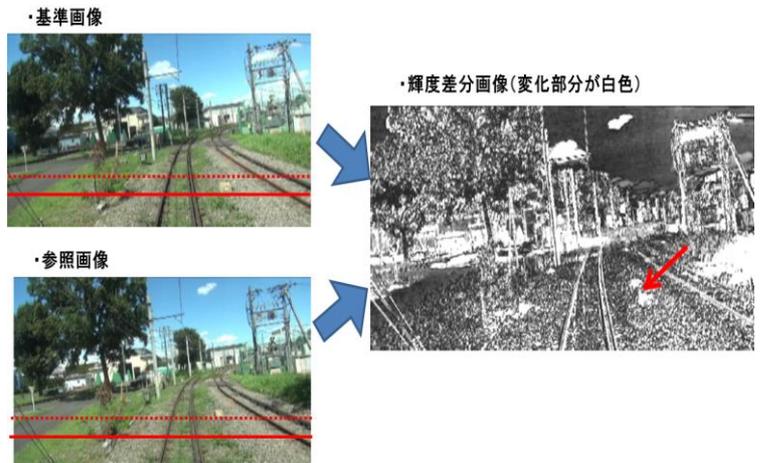


図-3 画像処理による差異抽出結果 (一例)

さらに仮想的に設けた支障検知枠を分割化し、どの箇所で支障しているかをより詳細に判断出来ることを確認した。

### 7. まとめ

列車に搭載した単眼式ビデオカメラにより取得した映像データを画像処理することで、線路沿線環境の変化を抽出する手法を検討した。以下に成果の概要を示す。

- ・実際の運用を想定した環境下でも精度良くフレームマッチングが可能。
- ・仮想的に設けた支障検知枠を分割化したことで、線路沿線環境の変化した場所をより詳細に把握することが可能。

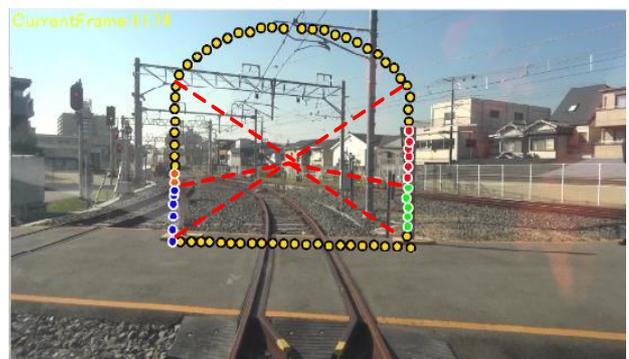


図-4 仮想的に設けた支障検知枠の分割化 (一例)

### 参考文献

- 1) 桶谷栄一他：単眼ステレオ視を用いた列車巡視システムの開発，日本鉄道施設協会誌，Vol. 53，PP. 144-147，2015
- 2) 安部聡他：列車に搭載したカメラによる線路沿線の状態監視手法の検討，鉄道工学シンポジウム論文集，第19号，2015