

画像解析による自然災害発生の捕捉

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○滝澤 彰宏
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 秋山 保行
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 神谷 弘志

1 背景と目的

JR 東日本では自然災害が発生する恐れのある場所に、沿線カメラを設置して異常時には現地状況の早期把握に努めている（写真-1）。沿線カメラは主に、落石や土砂流入等に対する災害検知装置がある場所に設置されている。これまで沿線カメラ画像を解析することで、自然災害等の発生を捕捉する研究開発を行ってきた。

模擬画像等で支障物の捕捉可否を検証してきたが、今回、模擬災害試験として、実際の転石を本線上に置き、その状況を撮影した画像を解析し、石の捕捉可否を検証したので報告する。



写真-1 沿線カメラ

2 対象の自然災害と検知エリアの設定

対象の自然災害は「線路内を支障する石・土砂等」である。線路上に検知エリアを設定し、そのエリア内の支障物を捕捉する。画像上に映る物体でも、検知エリア外のもの、捕捉には影響しない（例：線路沿線の道路上の自動車など）。悪天候等で画像を視認できない場合や、列車通過時を除き、後述する手法で支障物を捕捉することとした。¹⁾

3 支障物の捕捉手法

支障物の捕捉は機械学習を用いた画像解析手法を選定した。これは屋外で日常的に変化する気象状況（特に日射による影の影響）に対して、有効と考えたためである。手順は以下のとおりである（図-1）。

- ・画像 [1,280×960pixel, 1コマ/秒] を入力
- ・機械学習したアルゴリズムで検知エリアの異常スコアを算出（異常スコアが大きいほど異常状態）

- ・異常スコアが閾値以上を「検知」と判定
- ・「検知」が、一定時間継続した場合、支障物として「捕捉」と判定

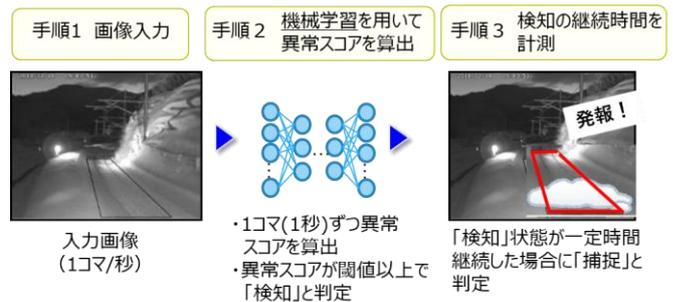


図-1 解析・判定手順

4 模擬災害試験

4-1 試験現場と撮影機器

試験は JR 東日本管内の在来線で実施した。今回は転石の収集、石の設置撤去作業、列車間合いを考慮して場所を選定したため、撮影はパナソニック社製のビデオカメラ（一般家庭用）と三脚を用いて行った。画像は既存の研究と合わせるため、解像度等を 1,280×960pixel（1コマ/秒）に調整して解析を行った。

4-2 撮影方法

カメラは三脚にて線路脇に設置し、連続して撮影を行った（写真-2、写真-3）。カメラの高さ等は、当社内の一般的な沿線カメラ位置から定めた。既存の研究で、夜間や悪天候時の方が、通常の高スコアが確認できていたことから、今回は捕捉しにくい日中に限定して検証した。



写真-2 カメラ位置略図（線路方向断面図）

キーワード 自然災害, 画像解析, 機械学習

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町二丁目 479 番地 JR 東日本研究開発センター TEL 048-651-2552

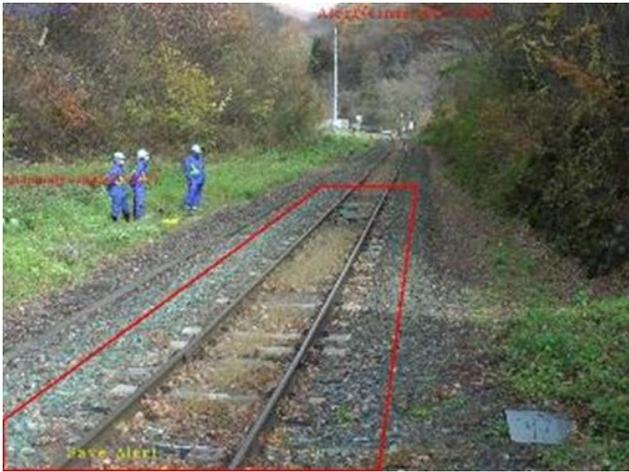


写真-3 入力画像例 (赤枠：検知エリア)

落石を模擬した石は検知エリア内の軌間外 (右)，軌間外 (左)，軌間内 (中央) の3箇所に順番に置き、石の大きさ、石の色、カメラからの離隔距離を変えて撮影は計 14 回実施した。石は所定の大きさを確保するため、同じ箇所にあった石を組合せて検知エリア内に置いた (写真-4、写真-5)。既存の研究で実施した模擬画像による検証等から、カメラからの離隔 20m で、支障物寸法 50×50×50 cm程度を想定していたので、今回は 20m での石の大きさ、石の色、軌間内外の検証を主に行った。



写真-4 石の設置状況
(表-1の撮影No3の例)

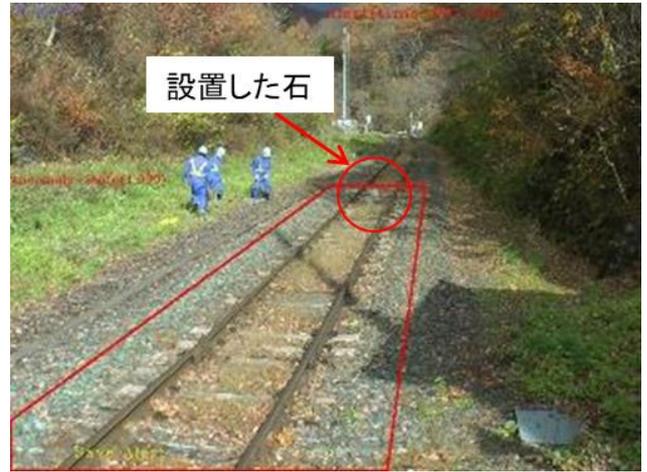


写真-5 石の設置状況

(表-1の撮影No14の例：カメラ離隔25m)

4-3 検証結果

各画像の捕捉結果は表-1のとおりである。カメラ離隔 20m では石の色に関係なく 50×50×50 cm程度は捕捉することを、実際の石で確認することができた。また石の大きさが 50×50×50 cm未満や、カメラ離隔 25m程度であっても捕捉する場合があった。

5 まとめ

今回の検証で、本線上で実際の石の捕捉精度 (カメラ離隔、寸法) を確認することができた。画像をモニター上で見ると、人が視認できる支障物ならば画像解析でも捕捉は可能と考えられる。今後は、安定的にシステムが稼働できるように、気象環境による捕捉精度への影響を検証して、システムの導入に向けて開発を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 滝澤彰宏, 秋山保行, 神谷弘志: 鉄道沿線カメラ画像を活用した自然災害の捕捉, 土木学会全国大会第75回年次学術講演会, CS59-58 (2020.9)

表-1 捕捉結果一覧表

○：捕捉、×：非捕捉

撮影No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
石の最大寸法 (cm)	横幅	53	50	51	45	45	45	40	40	40	41	41	40	50	49
	高さ	50	50	49	33	33	33	39	39	39	19	20	19	50	48
石の位置 (右、左、中央)	右	左	中央	中央	中央										
石の個数	複数	複数	複数	1個	1個	1個	複数	複数	複数	1個	1個	1個	複数	複数	
石の色	青/白	青/白	青/白	茶	茶	茶	白	白	白	青	青	青	青/白	青/白	
カメラからの離隔 (m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25	
画像上の「石」のサイズ (幅×高さ [pixel])	45x50	45x50	47x46	39x27	40x29	40x31	45x38	45x38	45x35	38x20	37x24	36x18	45x39	35x30	
評価結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	