

JWA 気象情報を活用した赤外線カメラ撮影可否予測プログラムの開発

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング 正会員 ○志村 充伸
 (株)ネクスコ東日本エンジニアリング 吉澤 正信
 一般財団法人 日本気象協会 吉田 真純
 一般財団法人 日本気象協会 葛西 幸寛
 一般財団法人 日本気象協会 三村 慧

1. はじめに

赤外線法はコンクリート面の赤外線熱画像から健全部と変状部の温度差により内部変状を検出する非破壊検査で、打音点検に代わる点検支援技術として高速道路の橋梁点検で採用している。しかし、構造物の赤外線熱画像は、撮影時の天候（具体的には天気、気温、降水量等）に左右されるため、それらの条件がそろった日を見極めながら撮影しているところである。

弊社では平成23年より約10年間に渡り、橋梁上部工を対象に試行を重ねてきており、今回過去10年間のJWA 気象情報（一般財団法人 日本気象協会が保有するデータ）を活用して撮影実績データとの相関を確認し、事前に赤外線撮影の可否日を精度よく予測できるプログラム開発を行ったものである。

2. 赤外線カメラ撮影の現状

赤外線カメラ撮影は、撮影者が週間天気や前日、当日の天気予報をモニタリングし、撮影当日の日較差（最高気温と翌朝最低気温の差）や日照時間等を推測して、撮影可否判断を行って現場に出発している。また、撮影者による予測は十分ではなく、現地へ赴いても予測が外れ撮影出来ない事象（空振り）が発生し、工程管理が困難な状況である。

3. 撮影実績と気象条件による撮影可否モデル検討と検証

本検討において用いた気象データはJWA1kmメッシュである。このデータは気象レーダー、アメダス等の観測データや各種気象予測モデルの計算結果から求めた、天気、気温、降水量、風向風速、日射量、湿度等の実況推定値と予測値（最大46時間先まで）である。該当の撮影、空振り事例について気象要素（実況推定値）を抽出し、機械学習手法のランダムフォレスト（決定木分析の一種）によって撮影可否を判断できるかの検討を行った。ランダムフォレストの検討においては、全季節で汎用的に実施できる全季節モデルと季節ごとのモデルに分けて精度検証を行い、適切なモデルを選択することにした。なお、撮影実績データの内訳を季節ごとに撮影日ベースで確認すると、春と夏の事例数が圧倒的に少なく十分な事例数を確保できなかったため、季節モデルは秋と冬に限定して検証を行うことにした。ランダムフォレストの実施にあたっては、撮影日と空振り日のデータ件数に不均衡があったためSMOTEアルゴリズム（機械学習手法の一種）を適用してデータ補正を行ったうえで、撮影日に正解、空振り日に不正解のラベル付けを行い、マージし、そのうちの8割を機械学習用のデータ、2割を検証用のデータとした。8割の機械学習用のデータからランダムフォレストによる全季節モデル、秋、冬モデルを構築し、2割のデータによりモデルの精度を検証した結果を表1に示す。

表1から分かるように、全季節モデルよりも季節ごとのモデルの方が精度は良い結果になっている（全季節モデルを季節ごとに検証した結果においても同様の結果）。なお、機械学習において、学習

表1 ランダムフォレスト精度検証結果
 （全季節モデルカッコ内は季節毎に個別検証）

	正答率	交差検証正答率
全季節モデル	89% (秋:81%) (冬:89%)	88%
秋モデル	93%	96%
冬モデル	93%	93%

キーワード 点検支援技術、赤外線法、非破壊検査、気象予測、橋梁点検

連絡先 〒116-0014 東京都荒川区東日暮里5-7-18 株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング

データと検証データの取り方によってモデルおよび正答率が変わる可能性がある。よって、データの取り方によらない正答率を得るために、学習データと検証データを逐一変更して正答率を算出する交差検証も実施した。結果は同様に季節モデルの方が精度は高い結果となった。

なお、実業務において前日、当日に撮影可否を判断する際には、前述で検討したモデルに気象予測データを入力して判断することになる。

しかしながら、気象予測は予測データ自体が予報誤差を持っているため、判定される結果の精度は前述の過去実況を用いた結果に比べて低下する可能性が高い。そこで、予測データを用いた場合の精度について各季節モデルで確認をした。なお、検証においては表2に示す指標を用い、予測結果が利用可能になる時間のうち点検可否判断を行う9、16時に最も近い5、14時の予測結果を用いて検証を行った（表3）。

5、14時における翌日予測の再現率が7割程度に低下したが、概ね9割程度の精度となり、実運用に適したモデルであることが確認できた。

表2 評価指標

評価指標	算出方法
再現率(検出漏れ)	正しく検出した撮影可能日 / 検出すべき撮影可能日
適合率(過検出)	正しく検出した撮影可能日 / 検出した撮影可能日

表3 評価指標による実況と予測の検証結果

使用データ	秋季	冬季
5時発表データ翌日予測	再現率：約90% 適合率：約92%	再現率：約74% 適合率：約93%
14時発表データ翌日予測	再現率：約92% 適合率：約92%	再現率：約68% 適合率：約92%
5時発表データ当日予測	再現率：約88% 適合率：約91%	再現率：約88% 適合率：約97%
14時発表データ当日予測	再現率：約98% 適合率：約98%	再現率：約94% 適合率：約98%
実況データ	再現率：約98% 適合率：約99%	再現率：約96% 適合率：約100%

4. 撮影可否予測システムの構築

前述の季節毎（秋、冬）のランダムフォレストモデルの出力結果を用いた「撮影可否予測システム」の構築を行った（図1）。

本システムはWebブラウザで、1日2回（8時、15時過ぎに更新）、管内全橋梁部の当日、翌日の撮影可否判定結果を表示することができるシステムとなっている。地図は縮小拡大が自由で、判定結果の出力も可能な仕様である。

・予測は1日2回更新：8時過ぎ、15時過ぎに当日予測、翌日予測更新

更新ボタン ③印刷ボタン ヘルプ

赤外線カメラ撮影可否予測システム

①絞り込み・ジャンプ機能

②予測切替ボタン

③印刷ボタン

④地図縮小機能

マウスのドラッグ&スクロールで自由に地図の移動、拡大・縮小(④でも可)ができます

マウスカーソルを各橋梁に合わせてると、橋梁名と判定結果をポップアップします。

西田高架橋(上り線) NG

地図表示部

凡例

① 絞り込み・ジャンプ機能：
事務所、路線、橋梁、を順次選択することで、対象橋梁をクローズアップ、絞り込み表示が可能

② 予測切替ボタン：当日予測と翌日予測の表示切替えが可能

③ 印刷ボタン：表示画面を png 画像としてダウンロード可能

図1 撮影可否予測システムイメージ

5. まとめ

今回開発したプログラムは2022年度以降に検証を行い、更なる問題点の抽出や改善を図る予定である。また、教師データを増やす事で精度向上が期待できる。

参考文献

- 1) 日本気象協会 <https://www.jwa.or.jp/> JWA 1km メッシュ予測