

AI 技術を活用した走行車両異常検知の 精度向上について

事業振興部 デジタル基盤整備課

○ 藤井 辰好
平井 和範
樋口 潔

現在運用している走行車両異常検知システムについて、今後システムの利用拡大を行うためには、さらなる精度向上が必要不可欠である。精度向上を実現するために、検知結果や問題点についてまとめ、新たな技術を活用した検知手法について考察する。

キーワード：AI、道路事象、カメラ、省人化

1. はじめに

北海道開発局では、一般国道の管理のため、各開発建設部にて24時間365日監視を行っている。一般国道は地域社会の重要な生活基盤であるため、路面状況等を監視する道路監視用のCCTVカメラを約1,300台整備している。

北海道では、冬季の積雪により車両のスタックが発生することで車両の滞留が生じることがあるが、スタック車両などの事象が発生した際に、早期に発見できる仕組みを構築することが喫緊の課題である。

そこで、AI技術を活用し、多数のCCTVカメラ映像による道路事象の発見をシステム化することで、道路監視の高度化に繋がると考えた。これにより導入したシステムが走行車両異常検知システムである。

本稿では、ディープラーニング・機械学習にて学習することをAIと呼ぶことにする。

令和元年度からシステムの整備を行っており、令和6年度時点で約500台のCCTVカメラで事象の検知を行っている。対象とするカメラはスタックが発生しやすい峠などの予防的通行規制区間を監視しているCCTVカメラから優先的に整備を行った。その結果、冬季のスタックによる車両滞留をCCTVカメラで検知することが可能となった(図-1)。

令和2年度から試験的な運用を開始したが、車両ではないものを車両と認識するなど、誤検知(図-2)が数多く、正しく検知された正常な道路事象の発見が困難な状況になることが確認された。

また、通常CCTVカメラは道路監視することを目的としているため、監視対象にCCTVカメラを向けるなど画角の制御を日常的に行っている。しかし、道路事象を検知するためには、CCTVカメラの画角を固定する必要がある。

そのため、道路監視を行いながら、道路事象検知を行えることが課題である。

そこで、新たな技術である画角を固定せずに、任意の画角で道路事象の検知を行うことができる画角フリー型の道路事象検知手法の導入について考察する。

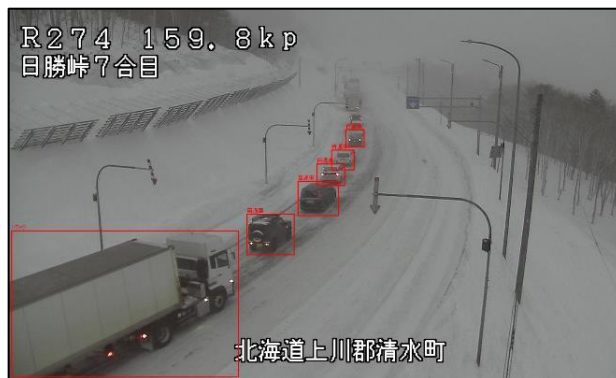


図-1 スタックによる渋滞を検知



図-2 誤検知例

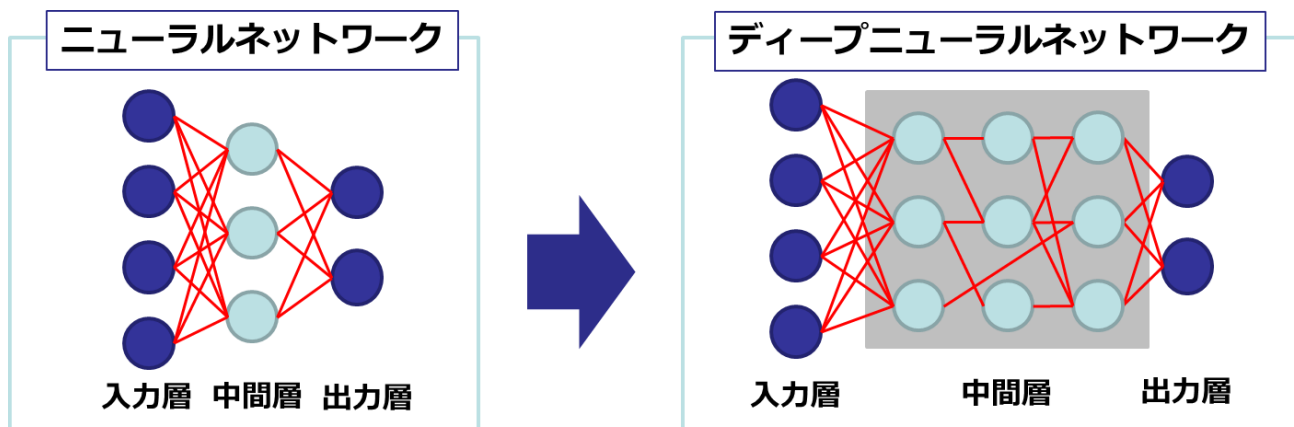


図-3 ニューラルネットワークのイメージ

2. AI技術の活用

走行車両異常検知システムは、北海道開発局内の道路監視用に設置したカメラ映像から走行車両の事象をAI技術により検知を行い、道路上の事象を早期発見することが可能なシステムである。

画像認識におけるAI技術では、学習させるために大量の画像が必要である。学習手法の1つである機械学習はコンピュータがデータからパターンやルールを自動的に学習をする。ディープラーニングはこの機械学習の一部であり、ヒトの脳を模したニューラルネットワークの技術のうち、機械学習ロジックを多層にして組み合わせたものの総称である。ニューラルネットワークとは脳の神経細胞であるニューロンをモデル化した情報伝達の仕組みであり、入力層、中間層及び出力層（図-3）で構成されている。中間層を増やすことで、大量のデータから高度な特徴抽出を行うことが可能となり、画像から車両の認識を行うことができるようになる。中間層を増やしたものをディープニューラルネットワークと呼ぶ。

3. 走行車両異常検知システムについて

北海道開発局で運用している走行車両異常検知システムの仕様は「道路事象検知装置機器仕様書」¹⁾のとおりとなっている。詳細は以下のとおりである。

(1) 各道路事象の検知

- a) 停止（図-4）
同一箇所に一定時間以上停止している場合
- b) 混雑
一定エリア内の車両数が閾値を超えた場合
- c) 低速
同一車両の速度が一定速度以内の場合



図-4 停止検知例

- d) 避走
車両が通常の走行軌道から逸脱した場合
- e) 逆走
車両が逆方向に走行した場合

(2) 検知性能

- a) 画像サイズが50×50ドット以上の対象（車両）を画像認識技術を用いて検知が可能である。
- b) 9時～16時において、停止、混雑、低速、避走、逆走の交通事象に対し検知率は90%以上である。ただし、検知率を確保すべきCCTVカメラ映像条件は以下のとおりとする。
 - ・9時～16時の晴天時の映像
 - ・汚れ、水滴、他車両等による遮蔽や反射光などのハレーション、カメラの揺れ等がない映像

(3) 入力カメラ条件

- a) カメラ高さが6.5m以上、俯角20度～30度程度の映像
- b) 映像のフレームレートが20fps以上
- c) 道路事象検知用としてあらかじめ決められたプリセット位置で運用できる映像

4. 道路事象検知精度の課題

道路事象の検知精度が低下するケースとして表-1のとおり、複数の要因が考えられる。外的要因として水滴の付着（図-5）、カメラ条件としてハレーション（図-6）などがあるが、特に大きな要因としてあげられるのは、運用条件のプリセット位置からの画角ずれである。

CCTVカメラは道路監視用として整備しているため、必要に応じてカメラの画角を変えている。現在の事象検知では、カメラの画角をプリセット位置で固定することで検知の精度を向上させているが、プリセット位置から画角がずれることによって、一定の事象検知精度を保てなくなってしまうため、道路事象検知を行っているCCTVカメラは、プリセット位置で道路監視を行い、カメラの画角を変えた後は、既定のプリセット位置に戻す必要がある。

道路監視で操作する毎にプリセット位置に戻すことは煩雑であり、戻し忘れが発生することから、検知不能となる。画角を固定せずに道路事象検知を行える技術であれば、課題を解消できると考えた。

このことから、AIが車線を自動で認識し、画角を変え

た場合でも画像処理パラメータの自動調整により道路事象の検知が行える技術である画角フリー型画像処理技術を活用した道路事象検知の導入について検討した。

5. 画角フリー型道路事象検知

従来の道路事象の検知方法は、4章で記述したとおり、画角を固定して検知していた。これは固定した画角内であらかじめ検知する道路領域を指定することで検知精度を向上させることができるためである。一方、画角フリー型道路事象検知では、AI技術により道路上の車線を検出することで、あらかじめ道路領域を指定する必要が無いことから、画角を固定せずに道路事象を検知することが可能である。これは、走行している車両を検出し、車両の走行状態から車線を検出することを可能とした。

今回導入したシステムでは、最大4車線まで検出することができる。車線の検出イメージを検出前後で比較して示す。車線の検出前が図-7であり、車線の検出後が図-8である。色は車線の違いを表しており、4車線を検知していることが図-8からわかる。

表-1 検知精度が落ちるケース

区分	検知精度が落ちるケース
外的要因	視程悪化（降雨に伴う路面反射／濃霧／豪雨） 物理隠蔽（水滴付着／レンズ汚れ／標識等の道路上の陰／大型車両や付近の植物／季節変化による樹木の繁茂） 夜間の照度不足（周辺に道路照明がない）
運用条件	プリセット位置からの画角ずれ
天候条件	悪天候（降雪、豪雨、濃霧等）
カメラ条件	ハレーション、低解像度、照度不足、 対象物（車両）との距離が遠い、カメラの揺れ



図-6 ハレーションを起こした画像



図-5 カメラに水滴が付着した画像



図-7 車線検知前（カメラA）の画像

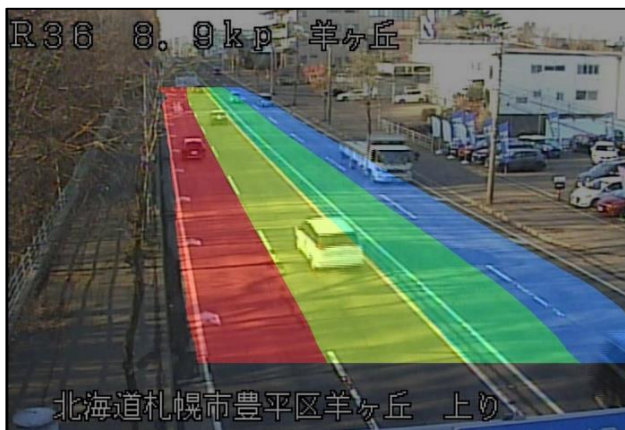


図-8 車線検知後（カメラA）の画像



図-10 車線検知後（カメラB）の画像



図-9 車線検知前（カメラB）の画像



図-11 カメラ旋回後（カメラB）の画像

車線を検知することが確認できたため、次はCCTVカメラを旋回するものとした。

車線の検知前の映像を図-9、車線の検知後の映像を図-10に示す。図-10のとおり、4車線を認識することが確認できる。

そこで、カメラの画角を反対方向に旋回し、車両を検知すると、図-11のとおり旋回前と同様に車線を検知することができた。これにより、CCTVカメラを旋回しても、車両を検出することで車線の検知を行うことができることを確認した。

今回導入した画角フリー型道路事象検知での車線検知は、カメラの旋回、ズーム等の操作を行う度に車線の検知を再度行うようになっている。

6. まとめ

道路監視を行いながら、道路事象検知を行えることが課題であったが、新たなAI技術を活用した検知手法である画角フリー型事象検知の導入により、北海道開発局内で運用しているCCTVカメラ映像で車線を検知できることが確認され、道路監視と事象検知の間にあった課題を解消することが期待できる。

今後の課題として、車両を検知することで車線の検知を行うが、交通量が少ない道路の場合は、車線の検知までに時間を要してしまうことが考えられる。さらに、冬季の圧雪路面の場合でも車線の検知が行えるか確認する必要があるため、まずは、寒冷地での有効性について検証を引き続き行う。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路事象検知装置機器仕様書（案）令和3年5月，
https://www.mlit.go.jp/tec/it/denki/kikisiyou/toutitusiyou_dourojisyoukenchiR0305.pdf, 2024年12月13日閲覧