

画像解析技術による車両の挙動検知について

渋井 アスカ

関東地方整備局 高崎河川国道事務所 防災課 (〒370-0841 群馬県高崎市栄町 6-41)

冬期の降雪時に発生する車両スタックは重大な道路交通障害をもたらすため、早期の発見と対応が重要である。高崎河川国道事務所においては、道路監視員がカメラ映像を目視で監視しているが、映像数が多く、また他業務も多々あることから、令和元年度、カメラ映像を AI 画像解析しスタック車両を検出するシステムの整備を行った。令和 2 年度の運用結果として、2 か所のスタック車両を検知することができ、有効性を確認できたが、運用面への課題も残った。当該システムはディープラーニングを利用したシステムであるため、学習を繰り返していくことでより機能を高めていくことが期待できるものである。

キーワード AI, ディープラーニング, カメラ映像, 道路監視, スタック車両

1. はじめに

高崎河川国道事務所が管理する国道 17 号、国道 18 号は利根郡みなかみ町及び安中市松井田町など冬期に積雪のある地域に位置しており、それぞれ新潟県、長野県に抜ける峠道であるため、積雪時には車両スタックが発生することがある。車両スタックは対応が遅れると大規模な渋滞を招くことになるが、早期に発見できればスタック車両の撤去や除雪車の出勤など対応、また道路情報板や SNS による迂回路等の情報提供 (図-1) を行うことが可能となる。

管内には道路監視用に約 190 台のカメラが整備され、道路監視員が道路情報室にて 24 時間体制で監視を行っている。ただし道路監視員の業務は道路情報板をはじめとする情報システムの監視制御、また道路緊急ダイヤルの対応など多岐にわたるため、全てのカメラ映像を常時監視しているわけではない。そこで監視を補助し、いち早く積雪時のスタック車両を発見できるよう、既存のカメラ映像に画像解析技術を用いてスタック車両の挙動検知システムの整備を行った。



図-1 高崎河川国道事務所の Twitter

2. スタック車両検知システムの概要

(1) AI 画像解析の概要

今回導入したスタック車両を検知するシステムは、既存の道路監視用カメラ映像を受信し AI による画

像解析により車両を判別し、その車両の挙動から、スタック発生を判別するものである。画像解析には、一般に「ディープラーニング」と呼ばれる手法を用いている。ディープラーニングとは、まず大量の教師データを準備し、AIに学習させる。学習を繰り返すとAIが自ら車両の特徴を判断し「車両」を識別できる学習モデルが出来上がる。なお、本システムの構築にあたっては、数十万枚の画像を用いている。

(2) 検知システムの概要

スタック車両の検知システムは、1台のカメラに対して10秒間（当初）映像を受信し、AIにより車両を検知、その後ロジックにて「停止」「混雑」の判定を行う。ロジックでの判定は、一定時間移動していない車両は「停止」と判定し、一定の数量以上の車両が存在すれば「混雑」と判定する。なお、カメラ全台を対象とすると確認サイクルが約1時間（190台×20秒）毎になってしまい、確認できない時間帯が長すぎるため、対象カメラは積雪が多い国道17号及び国道18号の山間部を選定した。スタック車両検知システムの監視画面を図-2に示す。画面上へのポップアップとアラーム音にて監視員に知らせる仕様となっている。

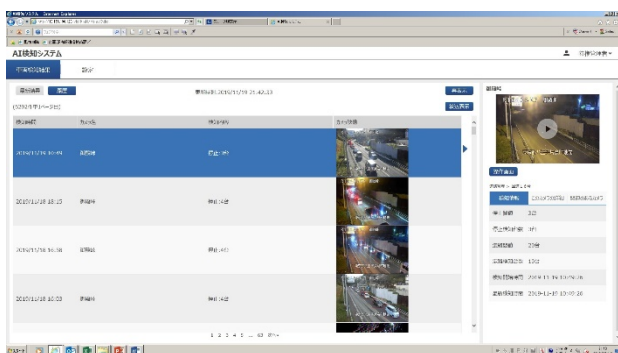


図-2 運用監視画面

また付加機能として、停止または混雑を検知した際はその映像を自動保存することが可能である。これにより後に監視員が映像を再確認することやAIの再学習の教師データとすることも可能としている。

3. 昨年度までの課題解決への取り組み

(1) 車両検知の運用結果

令和元年12月上旬のシステム運用開始後、任意の2日間の検知結果から精度検証を行った結果を表-1に示す。適合率は13.3%と低い結果であったため、令和2年1月に再学習を実施した。その結果を表-2に示す。誤検知数は大きく減り、適合率は95.2%と大幅に改善された。

表-1 当初モデル事象別適合率

	サンプル数	正解数	誤検知数	適合率
全事象	279件	37件	242件	13.3%
混雑	76件	25件	51件	32.9%
停止	204件	12件	192件	5.9%

※混雑と停止の両事象で検出パターン有

表-2 再学習実施後モデル事象別適合率

	サンプル数	正解数	誤検知数	適合率
全事象	165件	157件	8件	95.2%
混雑	108件	103件	5件	95.4%
停止	109件	106件	3件	97.2%

※混雑と停止の両事象で検出パターン有

一方で再学習モデルにおいても誤検知する事例を図-3に示す。図-3は夜間、道路照明灯の反射を車両のヘッドライトとして認識し「車両」と誤検知してしまっている事例である。この画像は目視でも車両の有無についてやや見分けが付きにくい画像である。学習の段階で夜間の車両画像も相当数を教師データとして用いた結果この判定をしているので、こういった事例は今後さらに車両の学習を繰り返していても改善することは難しい。

よって、令和2年度は映像受信時間の設定及び閾値の設定といった運用面での課題解決に取り組んだ。



図-3 誤検知【夜間照明灯】

(2) 映像受信時間の設定

映像受信時間とは、2-(2)で述べた通り 1 台のカメラに対して何秒間映像を見るかという設定で、この間に AI は車両を検知し「停止」「混雑」の判定を行う。運用当初は 10 秒であったが、10 秒間止まっている車両を「停止」と判断するため、一時停止車両も「停止」と検知してしまい監視員への停止通報が過多になっていた。今回、精度向上及び通報過多防止を目的とし、映像受信時間を 20 秒間へと延長した。

(3) 閾値の設定

映像受信時間の設定を変更しても発生する誤検知については、閾値の設定変更を行った。具体的な誤検知例を図-4 に示す。図-4 は常設の標識を車両と誤検知している事例である。このような誤検知による停止通報過多を防止するため、対象カメラ全台において閾値を 3 台に設定した。



図-4 誤検知【標識】

4. 今年度の運用結果と新たな課題

(1) 運用結果

令和 2 年度において、群馬県北部の大雪に伴う正検知の事例を図-5 及び図-6 に示す。図-6 は国道 17 号カーブ 52 及びカーブ 33 において、事故発生と停止車両を検知した事例である。両事故ともシステムは「停止」を検知しており、スタック検知の有効性を示した結果となった。



図-5 カーブ 52 スタック検知



図-6 カーブ 33 スタック検知

(2) 新たな課題と解決策

スタック車両の検知に成功したが、新たな課題も見つかった。今回の大雪では AI のスタック車両検知より、パトロール隊の発見の方が早かった。

実際にスタック車両を検知した際のタイムテーブルを表-3 に示す。

表-3 両事故の検知時刻まとめ

カーブ 52	
12/16 17:15	沼田(出)発見→警察に連絡
12/16 17:27	AI 検知システム発報(停止3台)
カーブ 33	
12/20 11:11	維持工事のパトロールにて発見
12/20 12:29	AI 検知システム発報(停止3台)

この問題が発生した理由は、対象カメラ全台の閾値を3台にしていたことが原因と考えられる。閾値を複数台にすると、1台目のスタック車両が検知できず目視による発見の方が早くなった。この課題を解決するために、カメラ毎に閾値調整を行った。

カメラ毎の閾値設定の一例を表-4に示す。標識等のないカーブ 33 (図-5) カーブ 58 (図-6) では閾値を1台に設定し停止車両1台目で検知するようにした。また、北の牧橋 (図-7) では常設の標識を停止2台と誤検知している。従って、停止1台目を検知するために、閾値を3台に設定した(標識2台+停止車両1台)。

表-4 カメラ毎の閾値例

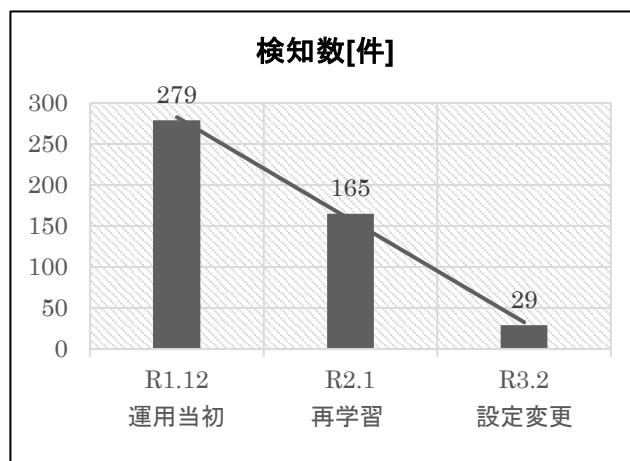
カメラ名	停止閾値[台]	混雑閾値[台]
カーブ 33	1	10
カーブ 58	1	10
北の牧橋	3	10
湯船橋	4	10



図-7 北の牧橋誤検知【標識】

その後、任意の2日間の検知数をシステム運用当初からの検知数と比較した結果を表-5に示す。運用当初、検知した事象のほとんどがスタックではない停車車両であったため、停止通報過多になっていた。山間部を中心に対象とすること、誤検知の多いカメラの閾値を調整することで、1日の検知数は約10分の1程度となり、検知の精度が大幅に改善された。

表-3 検知数の推移



5. おわりに

再学習に加え、運用面での取り組み(映像受信時間の設定、閾値の設定)を行ったことにより、システム運用当初より、誤検知や通報過多は改善された。また、実際に降雪時スタックを検知することができ、本システムは道路監視員の監視補助的役割を担えるものであるという結果となった。

今後の展開は、誤検知の排除として今年度の大雪時の画像を教師データとした再学習を令和3年度中に行う予定である。またAI画像解析の精度改善のみではなく、画像解析における重要な要因であるカメラの高画質化を行っていくことや、気象情報を外部から取り込んで判定に用いるなどの改修を行えば「スタック車両検知システム」としてさらに信頼性の高いシステムとなることが期待できる。