

## 工事規制内進入車両検知システムの開発について

株式会社ケー・エフ・シー 正会員 道上 剛幸  
 株式会社ケー・エフ・シー 正会員 岩谷 一郎  
 株式会社ケー・エフ・シー 非会員 外川 雄大

### 1. はじめに

道路修繕工事等による工事規制区間内では、一般車両の誤進入により現場従事者が被害者となる事故が毎年発生し、またその事故は近年増加傾向にある。今後、大規模更新や修繕事業が本格化していく中、工事規制が長期間にわたって実施されるため、より安全性の高い対策が必要とされている。

そこで筆者らは、セキュリティ分野などで利用されている画像解析技術を用いて工事規制内進入車両検知システムの開発を進めている。本稿では、現在までの検証から得られた車両判定の解析手法の違いによる工事規制内進入車両の検知精度と課題について報告する。

### 2. システム概要

本システムは、工事規制内上流側に画像解析機能を搭載した解析カメラで、工事規制内へ進入した車両を解析装置が検知し、下流側の作業従事者に無線で警報を発するシステムである。(図-1参照)。



図-1 システム概要図

### 3. 車両判定解析手法

当初、カメラ映像内における車両判定の解析手法として背景差分法を用いて開発を進めていた。背景差分法は映像内の移動物体の検出方法の1つであり、入力画像と背景画像の差分を計算することで対象となる移動物体の抽出を行う方法である。これは、リアルタイムで不審人物や車両などを検出できるため近年防犯目的などで普及してきている。一般的に背景差分法は急激な照度変化やそれに伴う影の影響などを受けやすく、本開発でも影の影響は課題となっていた(写真-1)。そこで、遠赤外線を検知するサーマルカメラを用いることにより車両判定解析の上でノイズとなっていた影をキャンセルすることで、その課題を解決した。また、本システムでは監視カメラは固定設置ではなく作業箇所ごとに移動となるので、一般的な監視カメラのような上方からの撮影が運用上難しい。そのため、解析対象の車両が連なった場合に車両を1台ずつ判定できず複数台をまとめて1台と判定する場合があります、それが要因で進入検知精度が低下する課題があった(写真-2)。



写真-1 影の影響による車両誤判定



写真-2 連なりによる車両誤判定

キーワード 安全対策, 工事規制, AI, 機械学習, IoT, 画像解析

連絡先 〒347-0010 埼玉県加須市大桑1丁目19 技術研究所

(株)ケー・エフ・シー 技術部 加須技術研究所 TEL:0480-76-0095

そこで、解析手法を機械学習に変更することにより、連なった車両群を1台ずつ車両と判定し、背景差分法を用いた場合と比較して誤進入車両の検知精度が向上するのを検証した。ここで、本検証での機械学習は、アノテーションによる教師あり学習を実施したAIを用いている。カメラ映像に対して、解析装置がその中に含まれる物体の情報を抽出し、単一での車両の検出をするので、機械学習は個々の車両を判定できると考えた。

#### 4. 実証実験

##### (1) 実験概要

実トンネル内2車線の片側規制区間内に、解析カメラを設置し実験を実施した。進入車両検知は、規制の終了箇所まで車線変更する車両を模擬的に規制区間内に進入してくる車両とした。解析対象区間はカメラ位置から延長150mで直線区間での検証とした。検証内容は、監視エリア内に進入した車両を車両と判定すること、検知エリア内に進入した車両を検知できること、および進入していない車両に対して誤検知がないことである。ここで、監視エリアとはカメラで撮影している画角内全てを指し、検知エリアは規制区間内のこととする。

##### (2) 実験結果

結果を表-1に示す。背景差分法では、検知エリア内に進入した車両を検知できない確率が23%発生することを確認した。これは、3.に記載した連なった車両を1台の車両と判定していることが要因である。機械学習を用いた手法では、車両が連なった状況でも車両を個々に判定していることが確認でき(写真-3)、検知エリア内への進入車両も100%検知することを確認した。一方で、検知エリア内に進入していない状況で誤検知する確率が5%あることを確認した。これは今回、AIが対象物に対して4%以上の確率で車両と判定した場合に、それは車両と認識する設定をしたため、車両の検知精度が高まった反面、光の動きなども車両と判定し誤検知が生じたと推測される(写真-4)。

表-1 実験結果一覧表

項目	動作	背景差分法による解析		機械学習による解析		備考
		件数(台)	率(%)	件数(台)	率(%)	
(1)全通行車両台数	-	194	-	216	-	
(2)検知エリア内に進入した車両台数	-	128	-	101	-	
(3)監視エリア内に進入した車両を判定できた件数	正常	179	92	216	100	(3)/(1)×100
(4)検知エリア内に進入した車両を検知できた件数	正常	98	77	101	100	(4)/(2)×100
(5)検知エリア内に進入した車両を検知できない件数	異常	30	23	0	0	(5)/(2)×100
(6)検知エリア内に進入していない状況で検知した件数	異常	0	0	6	5	(6)/((1)-(2))×100

背景差分法、機械学習による実験は違う日に実施しているので、検証対象の車両台数及び車種などは異なる。



写真-3 機械学習による連なりの車両判定



写真-4 機械学習による誤検知状況

#### 5. まとめ

今回、背景差分法と機械学習を用いた2種類の解析手法で規制区間内への進入車両検知についての検証を報告した。背景差分法では、車両が連なった場合に個々の車両判定ができず、検知精度が低下することを確認した。一方、機械学習を用いた手法では、連なった場合でも車両を個々に判定し検知エリアへの進入検知確率も100%であることが確認できた。今後は、機械学習の車両進入のない状況での誤検知については、物体判定精度の最適化を行い改善していく。さらに、本開発で使用したAIカメラを用いて、工事規制内進入車両検知システムとして安全対策技術開発を進めていくとともに、クラウドを利用した映像のリアルタイム確認と記録および管理者への通知手法も併せて検討する。