

首都高速道路におけるAI検知の最適fpsの検証

首都高技術(株) 正会員 ○湯川 博忠
首都高技術(株) 正会員 紺野 康二
首都高技術(株) 正会員 窪田 裕一

1. はじめに

インフラパトロールシステムは、巡回点検業務の効率化と首都高速道路の安全安心を目的として開発された点検カメラシステムであり、平成28年6月より首都高速道路内で図-1に示すインフラパトロール車両を用いて運用を開始している。(図-1)
本件では、インフラパトロールシステムで実装するためのリアルAI検知で効率化に不可欠なfps※1とAI検知処理時間の検証を試みた。



図-1 インフラパトロール車両

2. インフラパトロールシステムの概要

インフラパトロールシステムは、巡回点検業務に限らず、他の業務においてもリアルタイムで活用できるようなシステム開発としている。
そのため開発システムだけに頼らず効率化の可能性がある機器やアプリケーションとAPI連携を進めることで日々の改善と効率化に励んでいる。
その試みとして、このシステムで取得した動画を元にAI検知により損傷を自動検出し、損傷のリアル映像を事務所にリアルにアップロードできるシステム改善と点検の効率化の実装を目指している。(図-2)

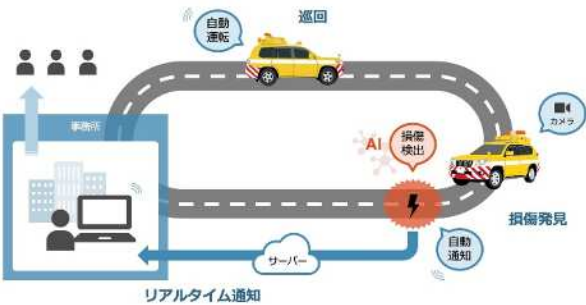


図-2 インフラパトロールイメージ巡回体制

3. AI検知実装に対する課題

リアルタイムAI検知においては、下記に示すような幾つかの課題が考えられた。
① 点検員が確認した損傷を上げる事ができるか
② AI検知処理にかかる時間の効率性
③ 確認した損傷を上げる事ができる最適なfps
今回の検証は、主にこの中の②と③の課題について検証した。

4. AI検知のfps検証内容

検証は、巡回点検業務で発見された損傷動画を元に図-3に示す手順で実施した。
検証作業手順



図-3 検証作業手順

今回は、首都高速道路管内の巡回点検損傷発見箇所の中から表-1に示す舗装ポットホール損傷の2路線(上り、下り)と緊急点検で確認された、路面のひび割れ箇所の路線において1分間動画を抽出した。

表-1 検証路線

整理番号	路線	方向	位置情報	構造物部位	損傷概要
1	小松川線	下	0.5kp～7.5kp	舗装	穴
2	小松川線	上	7.5kp～0.5kp	舗装	穴
3	深川線	下	0.5kp～2.0kp	舗装	穴
4	深川線	上	2.0kp～0.5kp	舗装	穴
5	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび割れ

※1：fps（フレームレート）とは、1秒間の動画が何枚の画像で構成されているかを示す単位のこと。

その後、図-4に示したフレームレートによる改善点を目的に以下の検証内容で実施した。

- ① 1分間動画は、損傷がある箇所に対してfps 1～7毎にAI検知結果を点数制として評価した。
点数の基準は、損傷箇所を重複して確認した場合を1点とし、重複無しで確実に検知した場合を2点として計上し最適に確認できるfpsを検証した。
- ② 1分間の動画にかかるAI検知時間をfps毎に計測した。検知時間は、現在AI検知で実施しているfps7を基準に各fpsの時間差を出し、リアルタイムに欠かせない最適な検知時間を見出すための一助とした。
- ③ その他に表-2に示す巡回点検速度 (60 k m/h) をフレーム毎に進む車両の距離を算出し、参考条件とした。

表-2 フレームレート換算距離

fps※1	フレームレート距離※2
7	2.4
6	2.8
5	3.3
4	4.2
3	5.5
2	8.3
1	16.6

※1:fps(フレームレート)とは、1秒間の動画が何枚の画像で構成されているかを示す単位のこと。
※2:首都高巡回速度:時速 60km/hで各フレームレート距離に換算



図-4 フレームレートによる改善点

5. fps検証結果

ポットホール損傷と路面ひび割れについてそれぞれのfps検証結果を表-3及び表-4に示した。

表-3 AI 検知最適 fps 検証結果(ポットホール)

fps※1	フレームレート距離※2	平均検知数	検知時間	時間差	損傷一致点数※3	損傷一致点数の判定	総合判定
7	2.4	25	2:23	0:00	21	◎	
6	2.8	22	2:03	0:20	18	△	
5	3.3	18	1:43	0:40	20	○	○
4	4.2	15	1:23	1:00	21	◎	◎
3	5.5	10	1:03	1:19	16	△	
2	8.3	7	0:43	1:40	12	×	
1	16.6	4	0:23	2:00	8	×	

※1:fps(フレームレート)とは、1秒間の動画が何枚の画像で構成されているかを示す単位のこと。
※2 首都高巡回速度:時速 60km/hで各フレームレート距離に換算
※3:1 分間の損傷数で重複していた場合のフレームレート1点、完全に一致した場合2点で集計

表-4 AI 検知最適 fps 検証結果(ひび割れ)

fps※1	路線	方向	位置情報	構造物部位	損傷概要	検知数	検知数目視認識損傷数※
7	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび	201	4
6	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび	180	4
5	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび	142	4
4	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび	112	3
3	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび	88	2
2	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび	55	1
1	中央環状線	外	清新町出口支線上	舗装	ひび	26	0

※同一重複箇所含む

ポットホールAI検知としては、以下の5点についての結果が上げられた。(表-3)

- ① 1分間動画検知時間に関しては、fps7とfps4の検知時間差が1分あるため、1時間動画を検知した場合検知時間に60分の短縮効果がある。
- ② 首都高における巡回速度が60 k m/hであり、渋滞がない場合は、1秒間で16.6m進む事を考えると車両長さ(4.7m)以下であるfps4以上のフレームレートが必要と考えられる。
- ③ 現時点のAI検知数と検知時間、損傷一致状況の全てを加味するとfps4が最適と考えられる。
- ④ 結論としては、首都高におけるフレームレートを総合的に判断し取りこぼしのない安全側を含めfps4～fps5が望ましい。
- ⑤ AI検知では、図-5に示した巡回点検報告書で上がらない損傷を検知している事も確認された。

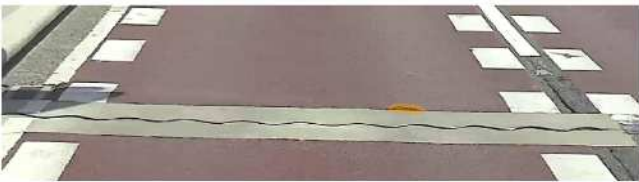


図-5 報告書に上がらない損傷事例(オレンジハッチング)

ひび割れAI検知としては、以下の3点についての結果があげられた。(表-4、図-6)

- ① fps7～fps2までひび割れ対象損傷に関して検知可能であった。
- ② 支線上の平均速度35 k m/hであったため、fps2まで検知できたと考えられる。
- ③ 巡回速度として判断するとfps3～fps4が望ましいと判断できる。



図-6 fps7 ひび割れ検知結果(オレンジハッチング)

6. まとめ

今回は、首都高速道路内でリアルタイムAI検知を進めるうえで課題となる、通知の効率性と損傷を逃さない最適なfpsを判断することを目的として検証した。

この結果、巡回速度が60 k m/hの場合に効率的なフレームレートがfps4～fps5であると判断できた。今後は、このフレームレート結果を参考に通知時間で効率的なリアルタイムAI検知を運用できるようにさらなる改善と検討を進めていきたい。

キーワード：巡回業務、点検、インパトカメラ、AI 検知、効率化

連絡先：〒103-0015 東京都中央区日本橋箱崎町 3-25 首都高速道路(株)箱崎補修基地 2 階

TEL：03-6231-1835