

AI を活用した画像認識型交通量観測の 導入に関する研究

林 泰士¹・松田 奈緒子²・山下 英夫¹・里内 俊介¹・中田 寛臣¹・横地 和彦²

¹非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

E-mail:hayashi-t9272@mlit.go.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

国土交通省では、全国道路・街路交通情勢調査による 5 年に一度の調査体系から、ICT をフル活用した常時観測を基本とする平常時・災害時を問わない新たな道路交通調査体系への移行を目指し、検討を進めている。

国土技術政策総合研究所では、その取組みの一つとして、既存の設備が活用でき、歩行者など車両以外の観測への応用も期待される道路管理用の監視カメラ (CCTV) 映像から、人工知能 (AI) を活用した画像認識により交通量を観測する技術の実用化に向けた研究を行っている。

本稿では、AI を活用した画像認識型交通量観測技術の現状や課題を整理するとともに、サンプル映像による観測精度の検証を行った結果を述べる。

Key Words: traffic survey, AI, CCTV, image recognition

1. はじめに

(1) 研究の目的

国土交通省では、これまでの 5 年に一度の全国道路・街路交通情勢調査を主体とした車に焦点をあてた調査体系から、ICT をフル活用した常時観測を基本とする平常時・災害時を問わない新たな道路交通調査体系への移行を目指し、人・自転車等を含めた道路空間に存在する全ての主体データ収集にあたっての課題抽出や具体的なデータ利活用方策についての検討を進めている¹⁾。

一方で、近年、ICT の進展から効率的なビッグデータの収集が可能になったほか、AI 技術の進展により、高度な映像解析が可能となってきており、その活用方策の検討が進められている。

国土技術政策総合研究所 (以下、「国総研」という。) では、この新たな道路交通調査体系の実現に向けた取組みの一つとして、既存の設備が活用でき、歩行者など車両以外の観測へも応用が期待される道路管理用の監視カメラ (CCTV) 映像から、人工知能 (AI) を活用した画像認識による交通量の観測 (以下、「AI 交通量観測」という。) の実用化に向けた研究を行っている²⁾。

本研究における AI 交通量観測技術は、深層学習等による

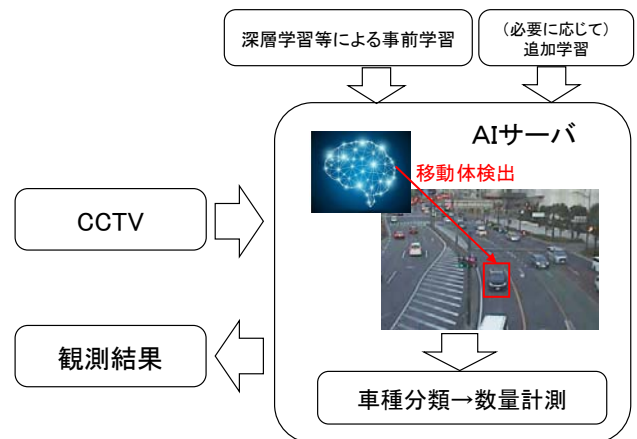


図-1 AI 交通量観測の概要

より、映像から車両等を検出する技術である。様々な方向から捉えた移動体 (車両や歩行者など) の特徴を学習した AI が映像内にて移動する対象を検出し、車両や歩行者として認識することにより交通量を観測するものである (図-1)。

CCTV 映像による AI 交通量観測の実用化に向けては、民間における AI 交通量観測技術の開発状況及び課題等を把握する必要がある。

(2) 既往研究

画像認識型交通量観測については、これまでも研究が進められており、画像処理システムの方式や技術的な課題についての整理は行われている³⁾⁴⁾ものの、観測精度の向上等に AI を活用した技術ではない。一方、CCTV 映像の解析への AI の活用については、災害等の被災状況の検知についての研究⁵⁾⁶⁾が進められているものの、交通量観測の実用化に向けた技術開発の現状把握や課題の整理については十分に行われていない。

本稿では、AI 交通量観測の実用化に向け、AI 交通量観測技術の開発状況及び課題等を把握するために、AI 交通量観測技術の開発を進めている民間企業を対象にヒアリング調査を実施し、現状や課題を整理するとともに、サンプル映像を用いて既存技術の観測精度の検証を行った結果について述べる。

2. AI 交通量観測技術のヒアリング調査について

(1) ヒアリング調査概要

AI 交通量観測技術のヒアリング調査は、AI 交通量観測技術の開発を行っている国内の民間企業 9 社を対象として行った。ヒアリング調査の概要を表-1 に示す。

ヒアリング項目は、技術の特長、入力映像の条件、観測範囲等の技術的要件及び車種分類や観測精度等の性能的要件を考慮して設定した。

表-1 ヒアリング調査概要

項目	内容
実施時期	2019年2月～3月
技術的要件 (映像条件等)	解析可能なカメラの画角・設置高さ 映像内の対象物の大きさ フレームレート・画質 その他の映像条件 観測可能車線数
性能的要件 (車種判別、観測精度等)	車種・歩行者・二輪車の判別可否 昼夜の交通量観測精度 気象による観測精度への影響 その他観測精度に影響を与える事項 現在の技術開発状況 実用化に向けた条件・課題

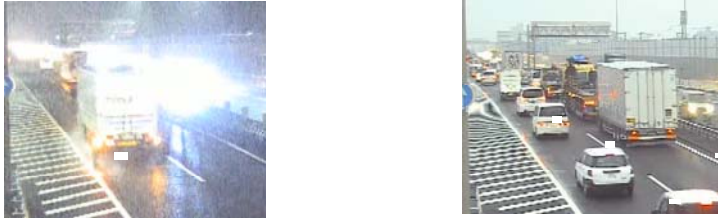
(2) ヒアリング調査結果

技術、性能的要件に関するヒアリング調査結果を表-2 に示す。

技術的要件について、AI による映像解析技術は各社により違いはあったが、入力映像の条件等には大きな差はみられず、観測可能な車線数についても、4 車線以上の複数車線について 7/9 社と大半が対応可能であった。

性能的要件について、車種等の判別は、小型車・大型車の 2 車種判別は 8/9 社、歩行者は 7/9 社と、大半が判別可能であるが、二輪車については自転車とバイクの判別が可能との回答が 5/9 社と半数程度となり、課題が残るといえる。また、観測精度確保のためにカメラ毎の追加学習を行う必要があると 6/9 社が回答している。

表-2 AI 交通量観測技術のヒアリング結果 (9 社)

項目	回答結果のうち最大性能	回答結果のうち最小性能	一定性能以上の企業数	
①観測可能車線数	適切に映っていれば制限無し	車種判別を行う場合は片側1車線	4車線以上：7/9社	
②車種判別	7車種判別可能 乗用車・バン・SUV・小型トラック・ 中型バス・大型バス・大型トラック	車種判別不可	2車種(小型・大型)判別可能：8/9社	
③歩行者の観測	歩行者観測可能 (車両と同時計測可能)	観測不可	歩行者観測可能：7/9社	
④二輪車の観測	自転車・バイクの区別可能	観測不可	観測・区別可能：5/9社	
⑤AIの映像毎の追加学習の有無	不要 (必須ではない)	必要	不要：3/9社 (不要には追加学習機能が無いものも含む)	
⑥観測精度 (ヒアリング時の回答・追加学習を行った場合)	昼	99%	80%	90%以上精度：8/9社
	夜 (道路照明有)	99%	精度規定困難	90%以上精度：6/9社
	夜 (道路照明無)	80%	観測不可	80%以上精度：1/9社
⑦気象(雨・雪)による観測精度への影響	影響ほぼ無し	未検証 (精度低下想定)	影響ほぼ無し：2/9社 未検証：7/9社	
⑧その他精度への影響事項	<ul style="list-style-type: none"> ・カメラレンズへの光直射によるフレア ・オクルージョンによる観測対象の遮蔽 			

気象による観測精度への影響については、29 社がカメラレンズに雨や雪の付着が無い場合は観測精度への影響がほぼ無いと回答しているものの、残る 79 社は検証を行っておらず、今後、検証を行っていく必要があるといえる。

そのほか、カメラレンズへのヘッドライトや太陽光の直射による「フレア」（映像が白一色に塗りつぶされる状況）の影響がみられる場合や、「オクルージョン」（車両の重なりにより観測対象が見えない状況）が続く場合など、目視での観測が困難な状況下では AI 交通量観測も同様に観測が困難であることが把握できた。

今回のヒアリング調査により、現状の AI 交通量観測技術においては、明るさが確保される日中はカメラ毎の追加学習を行うことで90%以上と十分な観測精度が期待できるものの、車種の判別や、移動体の検出が困難な夜間の観測精度の確保が課題となることが判明した。

3. サンプル映像による AI 交通量観測の精度検証

(1) AI 交通量観測の精度検証方法

ヒアリング対象者のうち 6 社の技術により、CCTV のサンプル映像を用いて AI 交通量観測を実施し、観測精度の検証を行った（図-2）。



図-2 AI 交通量観測技術によるサンプル映像観測の一例

サンプル映像の概要を表-3 に示す。サンプル映像はカメラの設置高さ等が異なる 2 地点の 4 時間帯、計 8 時間分とし、観測対象は左側の車線（手前から奥に交通が流れる車線）のみとした。時間帯により映像の明るさや天候、混雑状況が異なっており、地点 1 の朝夕の時間帯においては渋滞によるオクルージョンの発生、地点 1、2 ともに夕方、夜の時間帯においては対向車のヘッドライトによるフレアがみられるなど、精度確保が難しいとされる状況の映像も含まれている。

また、サンプル映像の観測精度として、AI による交通量観測台数を、同映像の目視観測台数で除した検出率を用いた。なお、目視観測における大型車、小型車の車種分類は、全国道路・街路交通情勢調査の一般交通量調査方法⁷⁾に基づいている。

表-3 観測精度検証に用いたサンプル映像の概要

箇所	地点	
	地点1	地点2
時間帯	<ul style="list-style-type: none"> 撮影時期:1月下旬 設置高:5.0m(低い) 車線数:片側2車線 やや側方からの映像 オクルージョンの可能性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 撮影時期:1月下旬 設置高:6.7m(標準的) 車線数:片側3車線 ほぼ中央からの映像 対象物が小さい
朝 (7:00~8:00)	<ul style="list-style-type: none"> 天気:曇 ほとんどの車両がヘッドライトを点灯(映像への影響は小さい) 渋滞が発生(オクルージョンの可能性) 	<ul style="list-style-type: none"> 天気:晴 ほとんどの車両がヘッドライトを点灯(映像への影響は小さい)
昼 (12:00~13:00)	<ul style="list-style-type: none"> 天気:雨(映像では雨滴は目立たない) 	<ul style="list-style-type: none"> 天気:曇 走行速度が比較的速い
夕 (17:00~18:00)	<ul style="list-style-type: none"> 天気:雨(暗くなると雨滴が目立つ) 時間帯の後半は夜と同程度の暗さ ヘッドライトを点灯(映像後半でフレアが発生) 渋滞が発生(オクルージョンの可能性) 	<ul style="list-style-type: none"> 天気:雨(映像で雨滴は目立たない) 時間帯の後半は夜と同程度の暗さ ヘッドライトを点灯(映像後半でフレアが発生)
夜 (22:00~23:00)	<ul style="list-style-type: none"> 天気:雨 照明が近く、比較的明るい ヘッドライトのフレアが発生 	<ul style="list-style-type: none"> 天気:晴 車両以外に照明はなく暗い ヘッドライトのフレアが発生

(2) サンプル映像による観測精度の検証結果

サンプル映像による 6 社の自動車類全体の観測精度の検証結果を図-3 に示す。

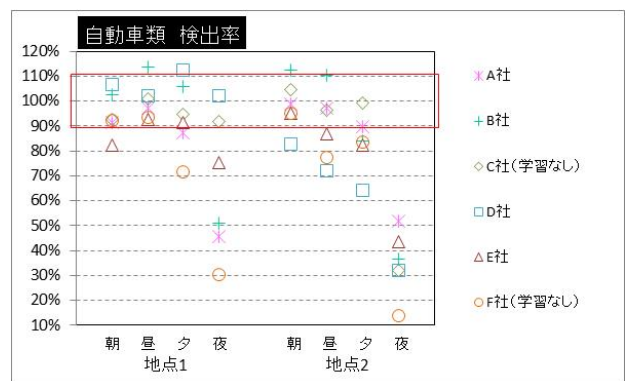


図-3 サンプル映像による自動車類全体の観測精度

自動車類全体の検出率で比較すると、朝、昼の明るい時間帯において観測精度が誤差±10%以内となったのは、地点 1 では 5/6 社、地点 2 では 4/6 社と高い割合であり、現状の技術でも十分な精度が得られているといえる。一方、夕方、夜の時間帯では、照明があり比較的明るさが確保されている地点 1 において 3/6 社、照明がなく暗い地点 2 においては 2/6 社と低い割合となっている。

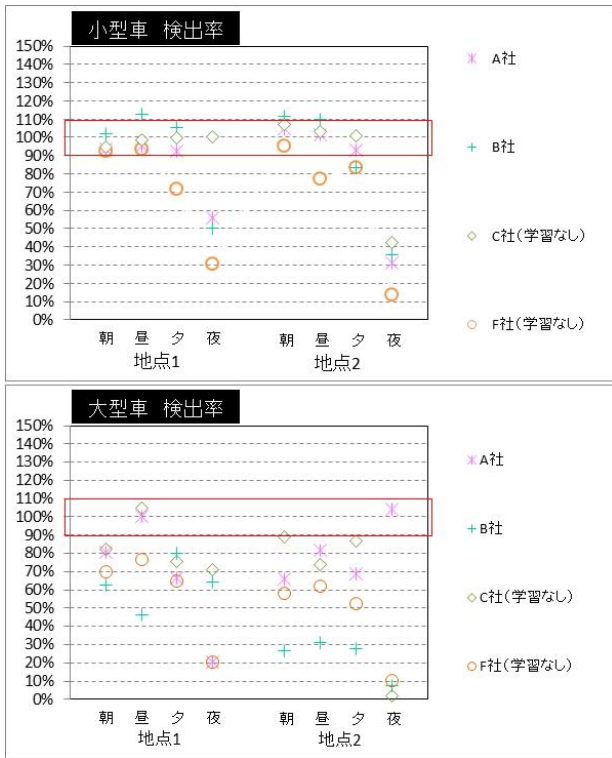


図-4 サンプル映像による車種別の観測精度

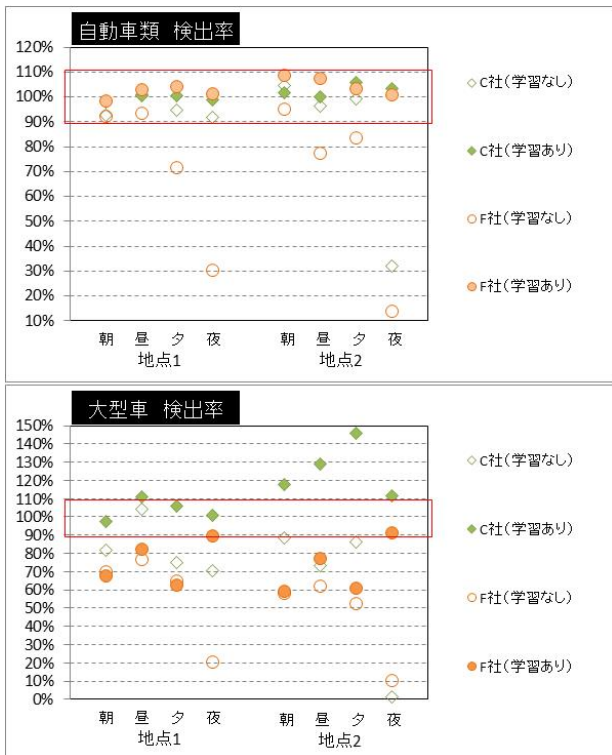


図-5 サンプル映像による追加学習前後の観測精度

次に、6社のうち車種分類を行っている4社の車種別の観測精度の検証結果を図-4に示す。

小型車については、日中の時間帯において3/4社の観測精度が誤差±10%以内となっており、精度が確保されているが、大型車については、誤差±10%以内にほぼ入っておらず、形状が複雑な大型車の判別にはまだ課題が

残っているといえる。

さらに、サンプル地点の別映像により追加学習を行った2社(C社, F社)について、追加学習前後の観測精度の検証結果を図-5に示す。

自動車類全体について、追加学習前は2社とも夜間に観測精度が誤差±10%以内に入らない時間帯があったが、追加学習によりすべての時間帯で誤差±10%以内となった。また、日中においては追加学習前でも誤差±10%以内に入っていたが、追加学習を行うことで誤差がより小さくなった。さらに、大型車については、追加学習後においても誤差±10%以内が確保できない時間帯があったものの、追加学習により2社とも観測誤差が小さくなっており、観測精度の向上がみられた。

これらより、追加学習を行うことで、更なる精度確保が図られるものと期待される。

4. おわりに

(1) 本研究の成果

本研究におけるヒアリング調査の結果及び観測精度の検証結果より次のことが明らかとなった。

- AI交通量観測は各社により技術的な差異はあるものの、4車線以上の道路において車種別に観測が可能であるなど、実用化に向けた技術開発が進められている状況にある。
- 現行の技術では、朝、昼の明るい時間帯においては十分な観測精度が確保できる。
- 夕方、夜の暗い時間帯の観測や車種分類、特に大型車の判別については課題が残る。
- 追加学習により、夜間の観測精度や車種判別の向上が期待される。

本研究の成果をもとに、既設のCCTVカメラによる画像認識型交通量観測装置の機器仕様⁸⁾が作成された。機器仕様の概要を表-4に示す。

表-4 画像認識型交通量観測装置の機器仕様概要

項目	仕様
対象車線数	4車線以下
観測精度	日中(7~16時)において、上下線別の自動車交通量±10%以内
車種分類	大型車(バス、貨物)、小型車、歩行者、自転車、自動二輪

車線数については、4車線以下のみを対象とし、観測精度については、ヒアリング結果及び検証結果より、夕方や夜の時間帯において観測精度の確保が難しいことが判明したため、日中の7~16時の時間帯のみ、観測精度の確保を求めるとした。

また、車種分類については、検証結果より大型車の判

別が難しいことが想定されるため、車種を判別せず、全自動車類全体の交通量についてのみ±10%以内の観測精度を求めるとした。ただし、精度は求めないものの、小型車、大型車（バス、貨物）、歩行者、自転車、自動二輪車の判別が可能であることを仕様として定めた。

現在、本仕様書に基づき CCTV による AI 交通量観測システムを、全国の直轄国道において導入する準備を進めているところである。これにより、交通量常時観測体制の大幅な拡充が見込まれる（図-6）。

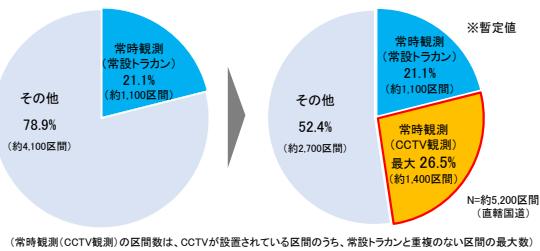


図-6 常時観測カバー率の向上（直轄国道）¹⁾

直轄国道全体のうち、現時点でトラフィックカウンターによる常時観測が 21.1%の区間において実施されているが、AI 交通量観測の導入により最大で約 1,400 (26.5%) 区間が CCTV による常時観測区間となる。これにより直轄国道全体の約半数の区間が常時観測区間となり、より細やかなデータの収集による分析等が可能となる。

(2) 今後の課題

今後の課題として、夕方、夜の時間帯の観測精度の確保や小型車、大型車の車種分類について、補正による対応方法を検討するとともに、各地方整備局にて導入が進められている画像認識型交通量観測装置の観測結果をもとに、機器個別の観測誤差の補正方法等を検討し、更な

る観測精度の向上を図っていく必要がある。

また、AI による CCTV の映像解析については、交通量の観測のみならず、走行速度や車頭間隔等への活用も期待されるため、あわせて検討を進めて参りたい。

5. 参考文献の引用とリスト

参考文献

- 1) ICT を活用した新道路交通調査体系検討会, <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/index.html>
- 2) 瀧本真理, 中田寛臣, 松田奈緒子, 林泰士, 瀬戸下伸介: AI を用いた交通量計測技術の動向調査, 国総研レポート 2019, pp.125, 2019.
- 3) 川崎紀一, 西山和人: 画像処理技術を用いた交通流計測と今後の方向性, 土木計画学研究・講演集 Vol33, 2006
- 4) 関谷浩孝, 上坂克巳, 橋本浩良, 高宮進: 「画像処理による交通量計測手法」についてのインドネシア公共事業省道路研究所との共同研究, 土木技術資料 Vol.55 No.7, 2013
- 5) 今野新, 関谷浩孝, 蘆谷秀幸: CCTV カメラによる被災状況の把握手法～地震による被害箇所を背景差分法で検出する際のノイズ除去に最適な画像枚数の検証～, 土木技術資料 Vol.60 No.10, 2018
- 6) 森田健司, 今野新, 関谷浩孝, 蘆屋秀幸: CCTV 画像を点群データに重畳し画像内の対象物を計測する制度の理論と分析, 土木情報学シンポジウム講演集 Vol.43 No.31, 121-124, 2018
- 7) 平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査, <http://www.mlit.go.jp/road/census/h27/>
- 8) 国土交通省: 画像認識型交通量観測装置機器仕様書(案), 2019.6

STUDY ON INTRODUCTION OF IMAGE RECOGNITION TYPE TRAFFIC SURVEY USING AI

Taiji HAYASHI, Naoko MATSUDA, Hideo YAMASHITA, Shunsuke SATOUCHI, Hiroomi NAKATA and Kazuhiko YOKOCHI

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is proceeding with a study to shift to a new road traffic survey system regardless of the normal time or disaster based on constant observation using ICT.

The National Institute for Land and Infrastructure Management conducts research toward the practical application of technology that uses AI and observes the traffic volume of CCTV images.

CCTV is an existing facility for road management and can be applied to observations other than vehicles such as pedestrians.

In this paper, we will summarize the current status and issues of image-recognized traffic observation technology using AI, and describe the results of verification of observation accuracy using sample images.