

AI を活用した画像認識型交通量観測装置 における観測精度影響要因に関する研究

難波 秀太郎¹・尾崎 悠太²・瀧本 真理³・松本 幸司⁴

¹非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: namba-s924a@mlit.go.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: ozaki-y82ac@mlit.go.jp

³正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: takimoto-m92ta@mlit.go.jp

⁴正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: matsumoto-k87rc@mlit.go.jp

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 1 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。その取組みの一つとして、AI による画像認識技術を用いて、既存の設備である道路管理用の監視カメラ (CCTV) 映像から交通量を観測するシステム (以下「CCTV トラカン」という。) を全国に導入したところである。

CCTV トラカンの観測精度は、昼間の自動車 (全車種) 交通量において、導入した箇所の 9 割以上で観測誤差±10%以内を確保できている。一方で、車種別 (小型車・大型車) 交通量や夜間交通量の観測精度には課題が残されており、さらなる観測精度の向上を目指している。

そこで本研究では、全国に導入された CCTV トラカンの観測精度の向上に資する知見を得ることを目的に、CCTV 映像条件や設置条件等の観測精度に影響する要因について分析を行った。

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

1. はじめに

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道路交通の調査体系から、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、車だけでなく人・自転車等を含めた移動データ収集にあたっての課題抽出や具体のデータ利活用についての検討を進めている¹⁾。

一方、近年、ICT の進展から効率的な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、その活用が進められている。

これまでに国土技術政策総合研究所では、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、AI による画像認識技術を用いて、既存の設備である道路管理用の監視カメラ (CCTV) 映像から交通量を観測するシステム (以下「CCTV トラカン」という。) の実用化に向けた研究²⁾³⁾を行ってきており、令和 2 年度より全国にシステムの導入を開始したところである。

全国 1,223 箇所 (上下線別で 2,395 区間) に設置された

CCTV トラカンのうち、観測誤差±10%以内の観測精度を確保できている箇所の割合を表-1 に示す。

CCTV トラカンの観測精度は、昼間の全車種交通量において、導入した箇所の 9 割以上で観測誤差±10%以内を確保できている。一方で、車種別 (小型車・大型車別) 交通量や夜間交通量の観測精度には課題が残されており、さらなる観測精度の向上を目指している。

そこで、本研究では、全国に導入された CCTV トラカンの観測精度の向上に資する知見を得ることを目的に、CCTV 映像条件や設置条件等の観測精度に影響する要因について分析を行った。

表-1 観測誤差±10%を満たす CCTV トラカンの割合

	混雑時 [7~9 時の 1 時間]	非混雑時 [9~16 時の 2 時間]	夜間 [20~22 時の 1 時間]
全車種	96.8% (77.4%)	96.5% (75.4%)	33.6% (25.0%)
小型車	51.1% (26.9%)	49.5% (28.1%)	33.0% (24.1%)
大型車	11.7% (6.5%)	13.5% (7.7%)	20.5% (13.8%)

()内は観測誤差±5%を満たす CCTV トラカンの割合

2. 観測精度に影響する要因の抽出

観測精度に影響すると考えられる要因を抽出するために、有識者及び技術開発者 6 者に対しヒアリングを実施した。ヒアリングより以下の見解が得られた。

- 車両の検知は、渋滞や交差点付近等で滞留が発生しやすい箇所において、カメラの設置高さが低い場合に車両同士のオクルージョンが原因で観測精度が低下しやすい傾向にある。
- 車種判別において、カメラの設置高さが低く、俯角が浅い撮影条件では、車両全体の特徴量を映像から捉えにくいいため、精度が低下する傾向にある。
- 解像度が SD 画質よりも低画質の映像では、車両の特徴量を十分に捉えられないため、精度が低下する傾向にある。
- 形状の似た車両の誤判別が車種判別の精度低下の要因である。
- 日本特有の軽自動車、ワンボックスカーや大型車のバリエーションの多さによる学習データの不足も精度低下要因となる。
- 学習データの不足については、追加学習により精度向上が期待できる。
- 夜間交通量の観測精度向上には、車両の輪郭を認識することが可能な一定の照度が確保できる場所を撮影地点とするのが最も望ましく、カメラ画角等の撮影条件を最適化することによるハレーションやフレアの回避が精度向上に重要である。
- カメラのシャッタースピードや ISO 感度等を調整することで夜間の精度向上が期待できる。

上記のヒアリングの結果を踏まえ、観測精度影響要因を整理した結果を表-2に示す。

表-2 ヒアリング結果から整理した主な観測精度影響要因

項目	観測精度影響要因	混雑時交通量		夜間交通量
		全車種交通量	車種別交通量	
カメラ性能	シャッタースピード、ISO感度、フレームレート等	—	—	◎
	解像度	○	○	○
設置条件	撮影条件 (設置高さ、俯角、水平角)	◎	◎	◎
	撮影方向 (前方、後方)	—	—	◎
設置環境	オクルージョン (渋滞、信号滞留、遮蔽物等)	◎	◎	○
	照度不足 (照明の有無)	—	—	◎
	照度変化 (ヘッドライト、太陽光)	○	○	◎
AI	学習データの不足 (大型車、軽自動車等)	—	◎	—

◎：特に影響すると考えられる要因、○：影響すると考えられる要因

3. 観測精度の検証方法

観測精度の検証は、CCTV トラカンにより観測が行われた全国 1,223 箇所（上下線別で 2,395 区間）を対象とし、CCTV トラカンにより観測した交通量と CCTV カメラ映像を目視により観測した交通量を比較した。なお、導入にあたっての観測精度は、全車種交通量の観測誤差が±10%以内の精度確保を求めている。観測誤差は次式により算出した。

$$\text{観測誤差(\%)} = \frac{\text{CCTV トラカン観測交通量(台)}}{\text{CCTV カメラ映像の目視観測交通量(台)}}$$

また、観測精度の確認は、晴れた日の 1 日の映像を対象に実施した。確認対象項目は、上下線別の自動車（全車種・小型車・大型車）とし、対象時間帯は、昼間混雑時（7～9 時の 1 時間）、昼間非混雑時（9～16 時の 2 時間）、夜間（20～22 時の 1 時間）とした。

4. 観測精度影響要因の分析

本章では、全国 1,223 箇所（上下線別で 2,395 区間）を対象とし、全車種交通量、車種別交通量、夜間交通量のそれぞれの観測精度とこれに影響があると考えられる CCTV 映像条件や設置条件等の要因について分析を行った。なお、CCTV 映像条件や設置条件等が不明なカメラについては分析の対象外とした。

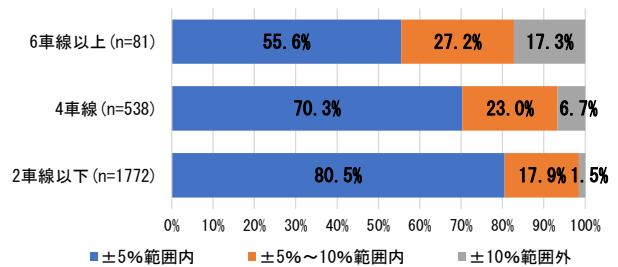


図-1 車線数別の観測精度

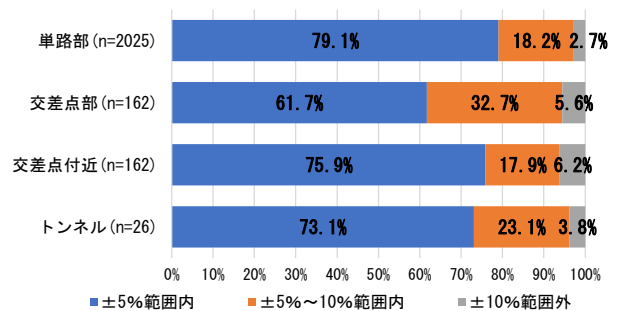


図-2 道路形状別の観測精度

(1) 全車種交通量の観測精度影響要因

昼間混雑時（7～9 時）における車線数別の観測精度、道路形状別の観測精度について集計した結果をそれぞれ図-1, 2 に示す。

車線数別の観測精度は、車線数が増加するに従い低下する傾向が確認できた。また、道路形状別の観測精度は、交差点部、交差点付近が観測誤差±10%範囲外の区間の割合が単路部の2倍程度である。

以上より、多車線道路、交差点部や交差点周辺は、図-3 に示すように渋滞や信号待ちの滞留により車両同士のオクルージョンが生じやすいため、観測精度が低い傾向にある。そのため、観測精度向上に向けては、オクルージョンが生じないようなカメラ画角の調整が必要と考えられる。



図-3 オクルージョンによる精度低下の一例

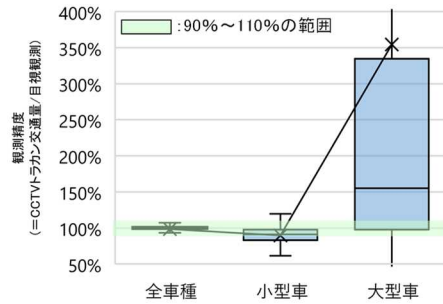


図-4 車種別の観測精度

(2) 車種別交通量の観測精度影響要因の分析

昼間混雑時（7～9 時）における観測精度を全車種交通量、小型車交通量、大型車交通量について整理した結果を図4 に示す。全車種交通量については、±10%の範囲に収まっている。小型車交通量については、全車種交通量と比べると、ばらつきがみられ過小傾向にある。一方、大型車交通量は、ばらつきが大きく、過大に判別している傾向にある。大型車が過大に判別されている要因としては、一部の小型車を大型車として誤判別していることが考えられる。

車種別の観測精度について、昼間混雑時（7～9 時）における解像度別の観測精度、カメラ設置高さ別の観測精度について集計した結果をそれぞれ図-5, 6 に示す。なお、観測精度は、小型車、大型車ともに観測精度を有しているか否かの確認を行った。

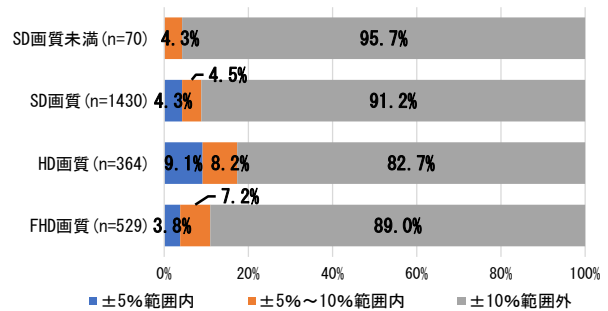


図-5 解像度別の車種別の観測精度

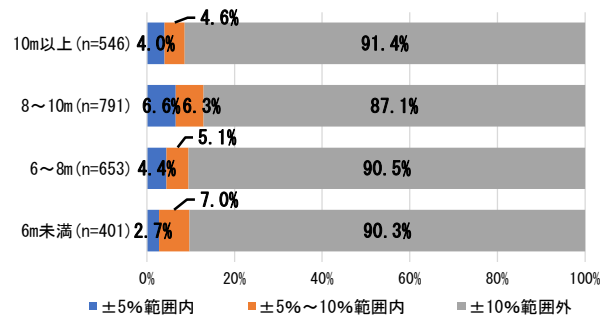


図-6 カメラ設置高さ別の車種別の観測精度

解像度別の観測精度は、SD 画質未満のカメラにおいて観測誤差±10%範囲内の区間の割合が最も低く、最低でも SD 画質以上が必要であると示唆された。

設置高さ別の観測精度は、8～10m が観測誤差±10%以内となる区間の割合が最も高い。8～10m の高さは、図-7 に示すようにある程度車両を見下ろすことができる高さであり、車両の上面や側面等が分かりやすく、車両全体の特徴量を十分捉えることができるため、精度が高いと考えられる。一方で 8m～10m の高さにおいても観測誤差±10%範囲内の区間の割合は、1 割程度と観測精度が低い。これは、図-8 に示すような一定の高さの箇所であっても、車種判別に最適なカメラ画角になっていないことが要因として考えられる。そのため、高さに加え車両の特徴量を十分捉えることができる車種判別に適したカメラ画角の調整について今後検討する必要がある。



図-7 車種別精度が高い箇所の一例（設置高さ 8m）



図-8 車種別精度が低い箇所の一例（設置高さ 8m）

(3) 夜間交通量の観測精度影響要因の分析

全車種交通量の観測精度を混雑時（7～9 時）・非混

雑時（9～16 時）・夜間（20～22 時）の時間帯別に整理した結果を図-9 に示す。昼間の時間帯の混雑時（7～9 時）・非混雑時（9～16 時）の観測誤差は、±10%の範囲に収まっている。一方、夜間（20～22 時）の交通量は、過小傾向にある。

次に、夜間の照明の設置状況別に 3 種類の分類を行った。各分類の映像例を図-10 に示す。夜間の全車種交通量について、照明の設置状況別の観測精度を集計した結果

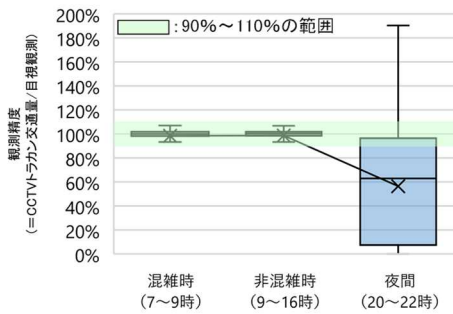


図-9 時間帯別の観測精度



図-10 照明設置状況別の映像一例

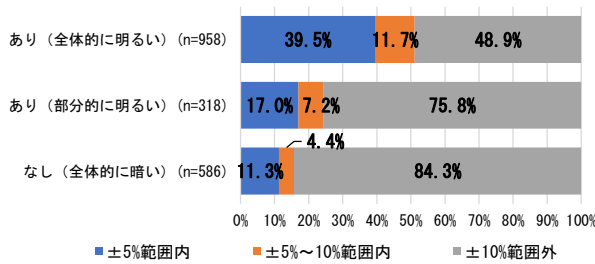
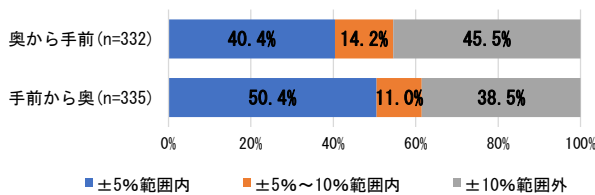


図-11 照明の設置状況別の観測精度



※あり(全体的に明るい映像)の区間のうち、計測結果と進行方向の対応が取れた箇所を集計対象としている

図-12 車両の進行方向別の観測精度

果を図-11 に示す。照明の設置状況別の観測精度は、照明が設置されている区間の観測精度が高く、映像が部分的に明るいだけでは精度はあまり向上せず、全体的に明るい映像の精度が高い傾向が把握できた。

車両の進行方向別の観測精度を集計した結果を図-12 に示す。車両の進行方向別の観測精度は、観測誤差が±5%以内となる区間の割合が手前から奥方向の車線のほうが奥から手前方向の車線よりも約1割高い。奥から手前方向の車線は、CCTV カメラと車両のヘッドライトが正対することによるフレアやハレーションが精度低下の要因として考えられる。

5. おわりに

本研究では、CCTV 映像条件や設置条件等の観測精度に影響する要因について分析を行い、次のことが明らかとなった。

- 全車種交通量の観測精度は、多車線道路、交差点部や交差点周辺は、渋滞や信号待ちの滞留により車両同士のオクルージョンが生じやすいため、観測精度が低い傾向がある。
- 車種別交通量の観測精度は、一部の小型車を大型車に誤判別している可能性がある。また、ある程度車両を見下ろすことができる高さで、車両の上面や側面等が分かりやすく、車両の特徴量を十分捉えることができるカメラ画角の場合に精度が高くなる傾向がある。
- 夜間交通量の観測精度は、映像の一部のみではなく、全体的に明るい映像の精度が高い傾向がある。

今後は、観測精度が十分ではない車種別・夜間交通量の精度向上に向けて、カメラ画角の調整による精度向上や新設の CCTV トラカンを導入する際の要件整理の検討を進めて参りたい。

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) 林泰士, 松田奈緒子, 山下英夫, 里内俊介, 横地和彦: 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, 土木計画学研究・講演集, Vol. 60, 2019.
- 4) 難波秀太郎, 松岡禎典, 横地和彦: AI による画像認識技術を用いた交通量観測及び道路交通状況把握への活用に関する研究, 第 34 回日本道路会議論文集, Vol.34, 2021.11

(???? ?? ?? 受付)

STUDY ON ACCURACY INFLUENCING FACTORS OF IMAGE RECOGNITION
TYPE TRAFFIC SURVEY USING AI

Shutaro NAMBA, Yuta OZAKI, Masamichi TAKIMOTO and Koji MATSUMOTO