

(58) 深層学習を用いたドライブレコーダーの動画からの道路地物認識による巡視点検支援に関する考察

森 廉太郎¹・中村 健二²

¹ 非会員 大阪経済大学 情報社会学部 (〒533-8533 大阪市東淀川区大隅二丁目 2-8)
E-mail: k176050rm@osaka-ue.ac.jp

² 正会員 大阪経済大学 情報社会学部 (〒533-8533 大阪市東淀川区大隅二丁目 2-8)
E-mail: k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

国土交通省や高速道路管理会社は、日々、道路の巡視点検を実施している。しかし、人手による目視点検が主であるため、点検中の見落としなどが発生する。この課題を解決するために、動画データを解析して道路地物を自動認識する技術や、道路舗装のひび割れを自動検出する技術が提案されている。しかし、対象となる道路地物が限定されており、網羅的な点検を支援することが難しい。そこで、著者らは、ドライブレコーダと深層学習を用いて、道路分野を対象に日常巡視点検の効率化を図る取り組みを行っている。本稿では、その活動の一つとして、高精度に道路地物を認識するための学習モデルの構築方法について検討した結果を報告する。

Key Words: deep learning, road features, object detection, patrol inspection, drive recorder

1. はじめに

現在、国土交通省や高速道路管理会社は、日常的に道路の巡視を行い、各道路地物の異常の有無を点検している。国土交通省が2019年8月に発表した「道路メンテナンス年報¹⁾」によると、一巡目の点検がほぼ完了しており、道路付帯構造物の約7割が予防保全および修繕が必要となる判定区分Ⅱ以上と診断されている。このことから、継続的に点検を実施する必要があるが、地方自治体では、深刻な予算および人手不足²⁾に陥っている。さらに、日常の巡視点検は実施されているが、道路パトロール時における人手での目視確認には限界³⁾があり、点検漏れが発生する。そのため、日々の計測データを活用した点検の効率化を目指し、点検対象となる道路地物を自動認識する取組が実施されている。

道路地物の自動認識に関わる既存研究⁴⁾は、動画データの色情報に基づき交通標識を認識する研究⁵⁾や、点群データを解析して柱状物体や信号機を認識する研究⁶⁾がある。しかし、動画を用いる手法⁷⁾は、テンプレートマッチングであるため認識地物の種類が限定される課題や、点群データを用いる手法⁶⁾はレーザスキャナなどの高価な機材が必要となる課題がある。

この課題に対し、著者らは、日常巡視のパトロール車

に安価で、容易に搭載可能なドライブレコーダに着目し、日々の巡視点検を効率化する研究⁸⁾を実施している。この研究では、深層学習を用いて動画から道路地物の自動認識を試みている。しかし、同一地物の映像が複数フレームに写るため、同一地物に関わる解析結果が複数抽出され、その中から適した画像を選択する必要がある。この際、視認可能な最近傍の画像を得られることを目的としていたが、最近傍の場合に点検対象となる道路地物の全体像が映っていないことや、認識した画像サイズが異なることから、点検に適した解像度の画像を自動選択できない課題がある。また、道路地物の判定に用いる学習モデルの構築方法が未検討であり、複数の道路地物を誤りなく網羅的に抽出可能な方策を明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、動画から点検に適した画像を自動抽出する学習モデルの構築方策を検討するとともに、評価実験を通して、その方策の有効性を明らかにする。

2. 研究概要

(1) 研究概要

著者らは、ドライブレコーダを搭載したパトロール車

により街中を巡回することで日常点検レポートを自動生成するシステムの構築（図-1）を目的として研究を実施している。ドライブレコーダーのフレーム画像には、法面や擁壁などの長大地物や、ガードレールやフェンスなどの地物全体が一フレームに収まらない連続性のある地物、電柱や標識のように一フレームに収まる単体の地物など様々な地物が存在する。本プロジェクトでは、図-1に示す通り、長大地物や連続性のある地物は画像分類手法（図-1左）、単体の地物は物体認識手法（図-1右）を組み合わせて、「②フレーム画像から道路地物を認識する技術」を構築する。これにより、パトロール車にて走行するだけで、点検対象となる道路施設単位の画像が蓄積され、日常点検レポートとして保存されるため、点検の効率化を図ることができる。

本稿では、信号機や標識などの単体の道路地物の物体認識を行う Object Detection 手法（図-1右）に関わる取組成果について報告する。

(2) 研究の課題設定

本研究では、Object Detection による道路地物構築時の検討内容として、次に示す2つの研究課題を設定する。

- 研究課題1：道路地物モデルの適切な識別クラスの設定を明らかにすること
- 研究課題2：複数のフレーム画像から道路地物の点検に適した解像度の画像を抽出可能な道路地物モデルの構築方法を明らかにすること

研究課題1では、判定対象の道路地物が複数種類ある場合、一つの道路地物モデルに含める道路地物をどのように設定すると、高精度に判定可能であるかを明らかにする。研究課題2では、日常点検を支援するため、道路地物全体が映っており、高解像度の画像を抽出する道路地物モデルの構築可能性を明らかにする。

本稿では、2つの研究課題のうち、一つ目の研究課題について明らかとなった内容を報告する。

3. ドライブレコーダからの道路地物抽出

(1) 処理の流れ

本研究の処理の流れを図-2に示す。図に示す通り、道路地物モデルを作成する学習部と道路地物モデルを用いて各種道路地物を認識する判定部にて構成される。

学習部では、ドライブレコーダにて撮影した動画データから、判定対象となる道路地物が写っているフレーム画像を手で抽出し、教師データを作成する。そして、作成した教師データを入力とし、道路地物モデル学習機



図-1 システムの全体像

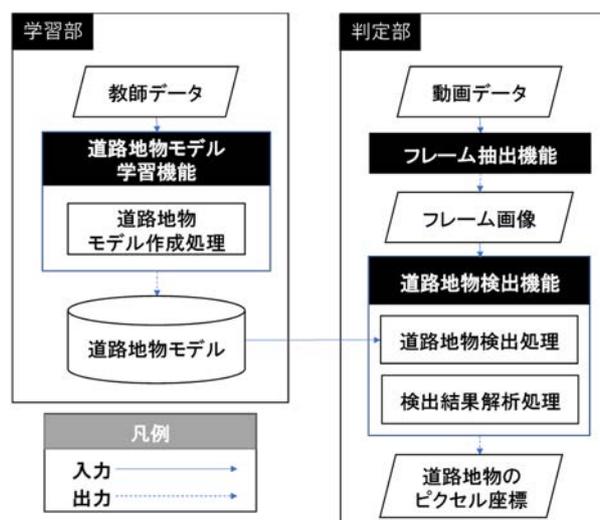


図-2 処理の流れ

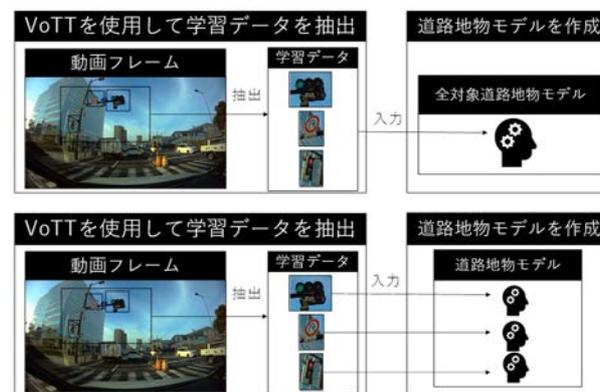


図-3 2つのモデル構築方式

能にて道路地物の特徴を学習することで、道路地物モデルを出力する。教師データの作成には、Microsoft社が提供する Visual Object Tagging Tool (VoTT) を用いる。なお、道路地物の学習には、画像からの物体認識に広く活用されている YOLOv3¹⁰⁾を採用する。

判定部では、ドライブレコーダにて撮影した動画データを入力とし、フレーム抽出機能にてフレーム画像を

作成する。そして、作成されたフレーム画像を入力し、道路地物認識機能にて、道路地物の位置を認識して、画像上の道路地物のピクセル座標を出力する。

(2) 道路地物モデルの種類

本研究では、第2章にて設定した研究課題1の内容を明らかにするため、次に示す2つのパターン(図-3)で学習モデルを作成する。これらパターンを比較することで、道路地物モデル構築時の適切な識別クラスの設定方針を明らかにする。

- パターンⅠ：すべての道路地物をそれぞれ識別クラスとし、一つの道路地物モデルを構築する方式
- パターンⅡ：最高速度の323系標識、駐車禁止の316系標識、信号機など、類似する地物毎に道路地物モデルを構築する方式

4. 道路地物抽出の評価実験

(1) 実験概要

本実験では、大阪府下を撮影したドライブレコーダの動画データから作成した学習データを用いて、第3章(2)のパターンⅠと、パターンⅡの道路地物モデルを構築する。本実験にて対象とする道路地物は、a)車道信号機、b)歩道信号機、c)Uターン禁止標識、d)時速30速度制限標識、e)時速40速度制限標識、f)駐車禁止標識、g)電柱、h)街灯の8地物とする。そして、同様の手順にて評価データセットを構築し、それぞれの道路地物を認識した際の精度を比較評価する。なお、本実験では、撮影機材としてコムテック社のHDR852Gを採用した。

(2) 実験手順

本実験の実験手順を次に示す。

- STEP 1. 各地物が点在する車道を走行し、ドライブレコーダにより学習データ抽出用動画と評価用動画を撮影する。
- STEP 2. STEP 1にて計測した学習データ抽出用動画から各地物を矩形で抜き出し、学習データを作成する。本実験にて用いる学習データの件数を表-1に示す。
- STEP 3. 作成した学習データを用いて、第3章(2)のパターンⅠである「全対象モデル」と、パターンⅡである「信号機モデル」、「標識モデル」、「電柱モデル」、「街灯モデル」を構築する。道路地物モデルと対象道路地物の関係および、

表-1 学習データの件数

道路地物	教師データ 件数	テストデータ 件数
a)車道信号機	815	349
b)歩道信号機	742	317
c)時速30速度制限標識	733	313
d)時速40速度制限標識	729	312
e)Uターン禁止標識	706	302
f)駐車禁止標識	771	329
g)電柱	739	316
h)街灯	967	417

表-2 各種モデルの詳細

モデル名	学習データ	loss率
全対象モデル	全学習データ	0.5245
信号機モデル	車道信号機 歩道信号機	0.5198
標識モデル	40k速度制限標識 30k速度制限標識 uターン禁止標識 駐車制限標識	0.5011
電柱モデル	電柱	0.4749
街灯モデル	街灯	0.4346

学習時の最終のloss率を表-2に示す。

- STEP 4. 各種モデルを用いて、評価用動画より作成した評価データセット(各道路地物20件ずつ)を解析する。そして、それぞれの道路地物の識別結果を比較し、第2章(2)の研究課題1の内容である、識別率の高い道路地物モデルの構築方策を明らかにする。本実験では、各道路地物モデルにて解析した結果を認識数、正解件数、誤判定件数、未認識件数の4項目にて評価する。なお、1つの道路地物に対して複数フレームの判定結果が得られる場合は、正しい認識結果が半数以上である場合を正解とし、それ以外を誤判定とする。

(3) 実験結果と考察

評価実験の結果を表-3に示す。表-3において、認識数・未認識数は対象地物の検出が可能であったかを示し、正解数・誤判定数は、認識した中で、道路地物を正しく判定できているかを示している。なお、認識数、正解数の下線は、パターンⅠとパターンⅡを比較し、数値の高い値に設定している。

パターンⅠの全対象モデルの解析結果と、パターンⅡの各道路地物モデルを比較すると、次に示す内容が明らかとなった。

表-3 全対象モデルと各道路地物モデルによる評価結果

対象地物	件数	パターンⅠ 全対象モデル				パターンⅡ 各道路地物モデル			
		認識数	正解数	誤判定数	未認識数	認識数	正解数	誤判定数	未認識数
a) 車道信号機	20	2	2	0	18	<u>13</u>	<u>13</u>	0	7
b) 歩道信号機		1	1	0	19	<u>15</u>	<u>15</u>	0	5
c) 40k 速度制限標識		19	6	13	1	<u>20</u>	<u>11</u>	9	0
d) 30速度制限標識		17	14	3	3	<u>19</u>	<u>16</u>	3	1
e) U ターン禁止標識		15	15	0	5	<u>20</u>	<u>18</u>	2	0
f) 駐車禁止標識		7	6	1	13	<u>14</u>	<u>13</u>	1	6
g) 電柱		<u>4</u>	<u>4</u>	0	16	2	2	0	18
h) 街灯		0	0	0	20	<u>7</u>	<u>7</u>	0	13

- パターンⅠの全対象モデルよりも、パターンⅡの各道路地物モデルの方が高精度であることがわかった

表-3の結果から、g)電柱とh)街灯以外は、認識率も高く、認識した中の正解の割合も高いことがわかる。このことから、道路地物モデル構築時には、パターンⅡの方策が適当であると考えられる。

- 電柱や街灯などの道路地物は、認識精度が低いことがわかった

全体を通して、b)歩道信号機、c)Uターン禁止標識、e)時速40速度制限標識、f)駐車禁止標識については、高精度に認識、判定可能であることが明らかとなった一方、g)電柱、h)街灯については、どちらのモデルにおいても、漏れが発生することが明らかとなった。これは、場所毎に形状が異なるためであると考えられる。

5. おわりに

本研究では、効果的な道路地物モデル作成手順を明らかにすることを目的として、複数の学習モデルを構築して比較実験を実施した。評価実験の結果、類似する地物毎に道路地物モデルを構築する方式が、道路地物をそれぞれ識別クラスとし、一つの道路地物モデルを構築する方式より認識精度が向上することがわかった。しかし、電柱や街灯など場所ごとに形状が異なる地物においては課題が見られた。

今後は、認識漏れや誤判定が見られた地物を正しく判定するための方法を検討するとともに、研究課題2の点検に適した道路地物を認識する道路地物モデルの構築手法を検討する。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路メンテナンス年報，入手先 <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/pdf/h30/R1_03maint.pdf>
- 2) 総務省：地方公共団体の総職員数の推移，入手先 <https://www.soumu.go.jp/main_content/000608426.pdf>
- 3) 地域活性化センター：持続可能な社会インフラの維持管理，入手先 <<https://www.jcrd.jp/seminar/2926taguchi.pdf>>
- 4) Strayer, D. and Drews, F. : Cell-Phone-Induced Driver Distraction , *Association for Psychological Science* , Vol.16, No.3, pp.128-131, 2007
- 5) 八文字聡，田中久弥，井出英人：テンプレートマッチングを用いた道路交通標識の認識，電気学会論文誌C，Vol.120, No.1, pp.174-175, 2000
- 6) 横山博貴，伊達宏昭，金井理，武田浩志：市街地レーザ計測点群からの柱状物体認識と分類，2012年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，pp.517-518, 2012
- 7) 米陀佳祐，菅沼直樹，アッディバージャモハマドアムロ：複数の点灯物による誤検出を考慮した信号機認識，Vol.48, No.2, pp. 575-580, 2017
- 8) 森口大晟，中村健二：CNNを用いた地物分類による日常巡視支援に関する研究，第82回情報処理学会全国大会講演集，Vol.82, 2020.3
- 9) 森廉太郎，中村健二：物体検出技術を用いた日常点検の効率化に関する研究，第82回情報処理学会全国大会講演集，Vol.82, 2020.3
- 10) Redmon, J. and Farhadi, A. : YOLOv3: An Incremental Improvement, arXiv, 2018 入手先 <<https://arxiv.org/pdf/1804.02767.pdf>>