

(1) 深層学習の物体検出と車載カメラを活用した 自立広告物検出の基礎的検討

荒木 光一¹・藤田 達大²・川島 正樹³

¹ 正会員 五大開発株式会社 技術研究所 (〒921-8051 石川県金沢市黒田 1-35)

E-mail: kouichi.araki@godai.co.jp

² 非会員 五大開発株式会社 技術研究所 (〒921-8051 石川県金沢市黒田 1-35)

E-mail: fujita@godai.co.jp

³ 非会員 五大開発株式会社 コンサルタント技術部 (〒921-8051 石川県金沢市黒田 1-35)

E-mail: kawashima@godai.co.jp

屋外広告物の設置には自治体から設置許可を得る必要があるため、自治体は屋外広告物を管理する必要がある。本稿では、屋外広告物の管理を省力化することを目的として、深層学習の物体検出で車載カメラのフレーム画像から自立広告物を検出する方法を検討した。検討の結果、フレーム画像全体で学習させた物体検出モデルに、車載カメラのフレーム画像をトリミングした画像を入力することで、路線沿いに設置されている自立広告物の約 70%を検出できた。

Key Words: deep learning, object detection, signboard, prediction method, infrastructure management

1. はじめに

屋外広告物を設置するためには、各地域の自治体に申請し、設置許可を得る必要がある。屋外広告物には壁面広告や自立広告など様々な形態があり、形態によって手数料や設置許可の期間が異なる^{1,2)}。そのため、自治体は、どこにどの形態の屋外広告物が設置されており、申請済みであるか、設置許可の期間が経過していないかなどを管理しなければならない。現状、職員が屋外広告物を確認するために見回っている。

この屋外広告物の管理を省力化する方法として、道路パトロール時に車載カメラで撮影された動画から屋外広告物を検出して、屋外広告物の管理に繋げることが挙げられる。これまでに、車載カメラのフレーム画像から、深層学習の物体検出で道路標識³⁾や道路ひび割れ⁴⁾などを検出して施設管理に繋げる研究が報告されている。これらの検出対象は、道路標識であればデザインや形状が既知であり、道路ひび割れであれば、ひびの形状は様々であるが、道路の色味は概ね類似している。しかしながら、屋外広告物のデザインや形状は多種多様であり、屋外広告物の形態により手数料や設置許可の期間が異なるため、屋外広告物の形態毎に検出する必要がある。

そこで、本稿では、屋外広告物の管理を省力化するこ

とを目的とし、深層学習の物体検出と車載カメラのフレーム画像による屋外広告物検出を検討する。屋外広告物には様々な形態があるが、本稿は基礎的検討であるため、屋外広告物の一種である自立広告物を対象とした。本稿の検討項目は、自立広告物に対するアノテーション方法と自立広告物の検出方法とした。なお、自立広告物検出には、物体検出において多くの成果を出している You Only Look Once v3 (YOLO v3)⁵⁾を採用した。

2. 自立広告物検出の検討内容

(1) アノテーション付けの検討

自立広告物は、図-1 で示すようにポール看板やタワーサイン型などがあるため、自立広告物のアノテーション付けに迷う。そこで、自立広告物に対するアノテーシ

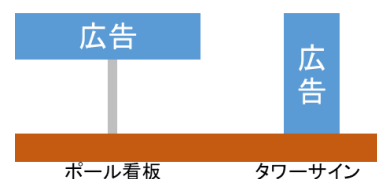


図-1 自立広告物の種類



(a) 看板と支柱をアノテーション



(b) 看板のみをアノテーション

図-2 自立広告物のアノテーション方法の検討

ン付けの影響を確認するために、自立広告物の看板と支柱をアノテーションする方法と看板のみをアノテーションする方法を検討する（図-2）。

(2) 推論方法の検討

多くの自立広告物は道路沿いに設置されており、道路パトロールは常に左車線を走行し、一般的にパトロール路線を往復する。そして、反対車線沿いの自立広告物は、車両が被ってしまい映らない場合がある。これらを考慮すれば、走行車線の自立広告物の検出に注力すれば、自立広告物を高い精度で検出できる考えられる。つまり、車載カメラのフレーム画像の左側に映る自立広告物を検出すればよい。

フレーム画像の左側に映る自立広告物を検出する方法として、図-3 に示すように、2つの検出方法が考えられる。1つ目（図-3(a)）は、フレーム画像全体に対してYOLO v3による自立広告物検出を行い、検出結果の右側をトリミングしてから最終的な自立広告物検出を行う（「検出→トリミング」と呼称）。検出→トリミングは、一枚のフレーム画像から多くの自立広告物を検出できる可能性がある。2つ目（図-3(b)）は、フレーム画像の右側をトリミング後、YOLO v3による自立広告物検出を行い、この検出結果を最終的な自立広告物検出とする（「トリミング→検出」と呼称）。トリミング→検出は、トリミングによりフレーム画像に映る物体が減少し、また、トリミングしたフレーム画像に映る自立広告物が相対

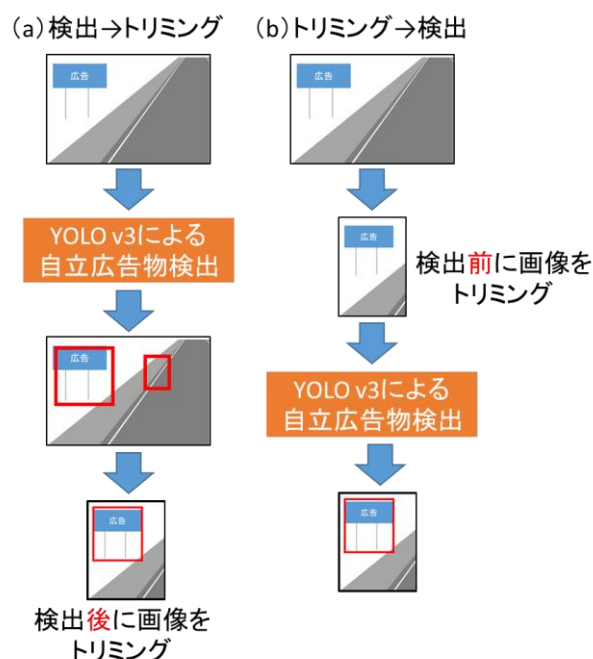


図-3 自立広告物の検出方法の検討

的に大きくなるため、検出精度が高くなる可能性がある。

そこで、この2つの検出方法について検討する。また、両検出手法のトリミングにおいて、フレーム画像をどの程度トリミングをするべきかについても検討する。

3. 教師データ作成とYOLO v3の学習

(1) 教師データの収集と作成

YOLO v3の学習で用いる教師データを収集するために、晴天時の日中に、石川県小松市街の路線を車載カメラで撮影した。29 フレーム/秒で撮影したため、多量のフレーム画像を教師データとして用いることができるが、走行しながら撮影しているため、あるフレームの前後は似た風景となる。特に、停止時はほぼ同じ風景となる。そのため、車載カメラの動画から10 フレーム毎にフレーム画像を取得した。また、停止時のフレーム画像は手動で除いた。

教師データとなるフレーム画像全体に対して、Visual Object Tagging Tool (VoTT) ⁹⁾でアノテーション付けを行い、看板と支柱をアノテーションしたデータセット（「看板と支柱のデータセット」と呼称）と看板のみをアノテーションしたデータセット（「看板のみのデータセット」と呼称）を作成した。これらのアノテーション付けでは、フレーム画像全体に映る自立広告物に対してアノテーション付けしたため、走行車線の自立広告物だけでなく、反対車線の自立広告物に対してもアノテーション付けを行った。表-1 に、各データセットのフレーム画像枚数とアノテーション数を示す。タワーサイン型

表-1 各データセットのフレーム画像数とアノテーション数

	画像数	アノテーション数
看板と支柱のデータセット	540	787
看板のみのデータセット	525	822

表-2 各データセットのアンカーボックス。カッコ内はアンカーボックスの（幅，高さ）を示す。

看板と支柱のデータセット	看板のみのデータセット
(61, 194), (76, 258), (94, 163), (101, 393), (105, 283), (154, 237), (155, 395), (193, 619), (417, 923)	(64, 87), (73, 184), (74, 49), (95, 106), (134, 156), (136, 77), (143, 297), (226, 167), (335, 388)

のように、支柱がない自立広告のアノテーションは、看板と支柱のデータセットに含まれていないため、データセット間でフレーム画像数とアノテーション数は異なった。

(2) YOLO v3 の学習

YOLO v3 の学習では、学習時間の短縮と物体検出精度の向上のために、検出対象のアスペクト比を示すアンカーボックスを与える。表-2 に、Intersection over Union ベースのクラスタリング⁷⁾で決定した、2 つのデータセットのアンカーボックスを示す。各アンカーボックスにおいて、9 つのアンカーボックスを作成した。看板と支柱をアノテーションしたデータセットでは、アンカーボックスの長辺は高さ方向となり、幅方向に対して 2~3 倍程度長くなった。看板のみをアノテーションしたデータセットでは、アンカーボックスによって長辺の方向は異なった。

YOLO v3 の学習で用いるデータセットは 2 種類であるため、看板と支柱のデータセットで学習したモデルと看板のみのデータセットで学習したモデルを作成した。両モデル共に、ImageNet で作成された重みを初期値として、ファインチューニングを行った。

4. 評価

(1) 評価方法

評価で用いるフレーム画像を取得するために、晴天時の日中に、教師データを収集した箇所とは異なる石川県金沢市街の路線を車載カメラで撮影した。そして、車載カメラの動画から 10 フレーム毎にフレーム画像を取得して評価に用いた。評価に用いるフレーム画像数は 758

枚であり、これらの全フレーム画像を確認したところ、走行車線沿いの自立広告物数は 67 個であった。

自立広告物検出の評価指標は、走行車線沿いに設置されている自立広告物を検出できた数（検出成功数）と自立広告以外を自立広告として誤検出した数（誤検出数）とした。物体検出の精度評価では Intersection of Union (IoU) や Mean Average Precision (mAP) が使用されるが、屋外広告物管理の観点からすると、自立広告物を検出できたか否かが重要であるため、IoU や mAP の指標は採用しなかった。なお、検出→トリミングの検出方法における検出成功数と誤検出数は、YOLO v3 の検出結果でなく、トリミング後の検出結果でカウントする。

評価用のフレーム画像は走行しながら撮影された動画から取得したため、同一の自立広告が複数の静止画に写っている場合がある。そこで、検出成功数はある自立広告が 1 枚以上のフレーム画像で検出できた場合にカウントする。例えば、ある自立広告物が 3 枚のフレーム画像に写っており、この検出に成功したフレーム画像が 1 枚で、残りの 2 枚は失敗したとしても、この自立広告の検出に成功したとする。誤検出数は、フレーム画像毎に誤検出した数をカウントする。例えば、3 枚のフレーム画像において同一の案内標識が誤検出されている場合、誤検出数は 3 となる。

なお、トリミング→検出では、フレーム画像全体で学習させた YOLO v3 のモデルに、フレーム画像をトリミングした画像を与えて自立広告物を検出する。

(2) 検討するトリミングの割合

2 章で述べたように、本稿では検出→トリミングとトリミング→検出の 2 つの推論方法を検討するが、トリミングの割合についても検討する。走行車線側沿いの自立広告物を検出対象とするため、フレーム画像の右側から 2/3、3/4、4/5 と 5/6 の割合で横方向にトリミングし、これら 4 つのトリミングのパターンを評価指標で比較する。なお、2/3 のトリミングした場合、フレーム画像の 1/3 で自立広告物の検出を行うため、フレーム画像における検出範囲は 4 つのトリミングのパターンの中で最小となる。

(3) 評価結果

図-4 に、自立広告物の検出成功数の比較を示す。看板と支柱のデータセットと看板のみのデータセット間、つまり、これらのデータセットで学習した 2 つの YOLO v3 のモデル間における検出成功数を比較において、検出→トリミングでは、トリミングの全割合で看板と支柱のデータセットの方が自立広告物を多く検出した。トリミング→検出においては、トリミングの割合が 2/3 と 3/4 では看板と支柱のデータセット、4/5 と 5/6 では看板のみ

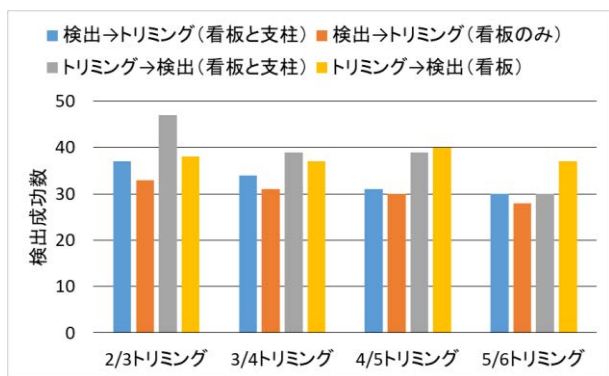


図-4 自立広告物の検出成功数の比較

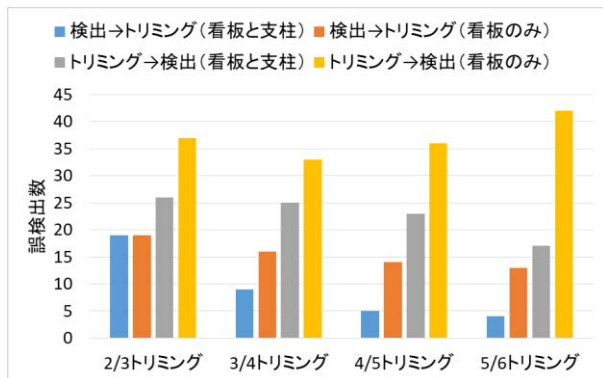


図-5 誤検出数の比較

のデータセットの方が検出成功数は多くなった。

検出方法の比較では、両データセット共に、検出→トリミングより、トリミング→検出の方が自立広告物を多く検出した。これは、フレーム画像をトリミングしたことにより、YOLO v3 モデルに入力する画像内の物体数が減少し、映り込む自立広告物が相対的に大きくなったことが、検出成功数の向上に繋がったと考えられる。

2つのデータセットとトリミングの全割合において、検出成功数が最大となった検出方法は、フレーム画像の2/3をトリミング後、YOLO v3 モデルで自立広告物を検出する方法であった。走行車線沿いの自立広告物の検出率としては約70%であった。

図-5に、誤検出数の比較を示す。データセット間において、看板と支柱のデータセットの誤検出数は、看板のみのデータセットより少なくなった。検出方法の比較では、検出→トリミングの方が誤検出数は少なくなった。

検出成功数が最大であった検出方法（トリミング→検出で、フレーム画像の2/3をトリミング）の誤検出数は、看板と支柱のデータセットの中で最も多い。しかしながら、表-3に示すように、この検出方法で誤検出した物体の多くは工事看板、案内標識や旗広告であるため、これらを別クラスでアノテーションしたデータセットを作

表-3 フレーム画像の2/3をトリミング後に、YOLO v3 モデルで自立広告物を検出する方法で誤検出した物体とその数

誤検出した物体	誤検出数
工事看板	7
案内標識	7
旗広告	6
消火栓	2
道路標識	1
突出広告	1
自立広告（広告以外）	1
案内標識（裏）	1

成して、YOLO v3 を学習させることで、この誤検出数を削減できる可能性がある。

5. おわりに

本稿では、屋外広告物の管理を省力化するために、深層学習の物体検出による車載カメラのフレーム画像からの自立広告物検出を検討した。検討の結果、フレーム画像全体で学習させた物体検出モデルに、フレーム画像の右側から2/3を横方向にトリミングした画像を与えることで、多くの自立広告物を検出できた。

一方で、この検出方法では誤検出は多くなったため、今後はアノテーションするクラスを増加させることで誤検出数の削減を目指す。

参考文献

- 1) 石川県土木部景観形成推進室：屋外広告物の手引、<<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/toshi/shinsei/documents/hptebiki.pdf>>,（入手2021.6.10）。
- 2) 札幌市建設局総務部道路管理課：札幌市屋外広告物条例の手引、<<https://www.city.sapporo.jp/kensetsu/dokan/kokoku/documents/tebiki5.pdf>>,（入手2021.6.10）。
- 3) 森廉太郎，中村健二：YOLOを用いた道路地物抽出による日常点検の効率化の検討，第36回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，pp.275-276，2020。
- 4) Maeda H., Sekimoto Y., Seto T., Kashiya T., Omata H. : Road Damage Detection and Classification Using Deep Neural Networks with Smartphone Images, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol.33, Issue.12, pp.1127-1141, 2018.
- 5) Redmon, J., Farhadi, A. : YOLOv3: An Incremental Improvement, *arXiv preprint*, arXiv:1804.02767.
- 6) Microsoft, VoTT (Visual Object Tagging Tool), <<https://github.com/microsoft/VoTT>>, (accessed 2020.10.1).
- 7) Redmon, J., Farhadi, A. : YOLO9000: Better, Faster, Stronger, , *arXiv preprint*, arXiv:1612.08242, 2016.