

公共空間における物体検知技術を活用した人流解析に関する研究

(株)建設技術研究所 正 会 員 ○西牟田 裕介
(株)建設技術研究所 正 会 員 木村 拓憲
(株)建設技術研究所 正 会 員 早見 俊樹
(株)建設技術研究所 正 会 員 山脇 正嗣
(株)建設技術研究所 正 会 員 小川 明人
(株)建設技術研究所 非 会 員 上野 亜耶

1. はじめに

近年、まちと人の暮らしを豊かにするために、従来の「自動車中心の道」から「人中心の道」への注目が高まっている。このような新しいニーズの元、国土交通省では、平成28年4月から高速バスなどのターミナルとしてバスタ新宿の供用を開始して以降、各地で交通拠点の整備・検討を行っている¹⁾。また、令和2年11月から「歩行者利便増進道路」制度を創設し、道路空間をまちの活性化に活用する取り組みを進めている。そのため、公共空間の現状の使われ方や、利用者ニーズの把握が必要となるが、カメラ映像から人流状況などを人手で観測することは膨大なコストと時間を要する。一方、近年のAI(人工知能)技術の急速な発展に伴い、道路・交通分野においても、AI画像解析技術による公共空間の歩行者流動解析などに関する研究が行われている²⁾。

本研究では、公共空間の利用状況把握を目的に、一般的な防犯カメラ映像に用いられるCCTVカメラと、AI技術の1種である深層学習を活用し、人物属性も考慮した人流解析を低コストで実現することを目指した。

2. 人流解析方法

本章では、ビデオ調査カメラ映像を用いて公共空間の利用状況を解析するための手法について整理した。

(1) 解析概要

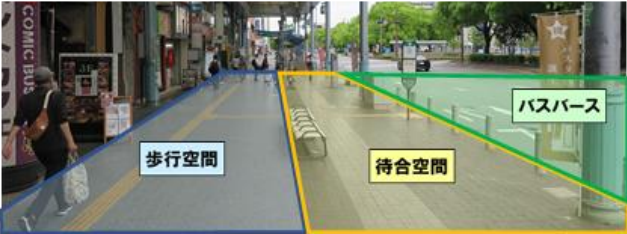


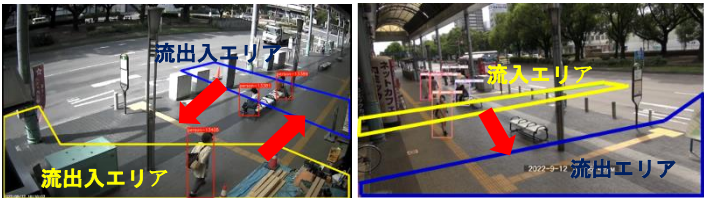
図-1 画像解析エリア

本研究では、図-1に示す「歩行空間」を対象に、表-1の「通過人数」、「通過者属性（性別）」、「通過者属性（年代）」の3項目について計測した。通過人数測定で

は人の詳細な特徴は不要なため、より広範囲の画角が得られる地上約4mの位置にカメラを設置し、双方向に往来する人を対象に解析を実施した。一方、通過者属性については、人の特徴を捉えやすいように地上約2mの高さの位置にカメラを設置し、人物の正面が捉えられる一方向で解析を行った。それぞれの解析エリアの設定を図-2に示す。本モデルでは、検知された人に固有のIDを付与し、流入エリアで付与されたIDが流出エリアに侵入した時に通過判定とした。

表-1 解析実施項目一覧

解析項目	内容
通過人数	エリア通過する人数
通過者属性（性別）	エリア通過する男女別の人数
通過者属性（年代）	エリア通過する年代別の人数



通過人数解析(双方向) 通過者属性解析(一方向)

図-2 解析エリアの設定

(2) 人流解析モデルの概要

本研究では、高精度かつ高速度で物体検知が可能な「YOLOv5」をベースとした解析モデルを開発した。通過人数については、人や車などの一般的な80カテゴリを識別するための学習用データセット「MicrosoftCOCO」³⁾を学習させモデルを構築した。通過者属性については、表-2に基づき属性を分類したが、人の属性は「MicrosoftCOCO」のカテゴリに含まれないため、本調査で撮影した動画から約2,000枚の画像を切り出し、追加で教師データを作成し、モデルに学習させた。ここで、画像内の属性の内訳は、「男性」6,899人、「女性」4,516人、「子供」1,266人、「大人」

7,730 人,「お年寄り」 2,419 人であった.

表-2 属性の内訳

属性	クラス分類	区分
性別	男性, 女性	男性, 女性
年代	子供	子供: 15 歳未満を目安
	大人	大人: 15-64 歳を目安
	お年寄り	お年寄り: 65 歳以上を目安

(3) 精度検証指標

モデルの精度評価指標には, 下記の(1)(2)式に示す適合率および再現率を使用した.なお(2)式の分母にあたる「実際の人数」については, 人手による目視作業で計測した.また, 解析モデルの検知結果に対して, 目視作業で正解・不正解かの確認を行い, 適合率・再現率を算出した.

適合率=
$$\frac{\text{解析モデルによる検知数 (正解のみ)}}{\text{解析モデルによる検知数 (正解・不正解両方含む)}} \quad (1)$$

再現率=
$$\frac{\text{解析モデルによる検知数 (正解のみ)}}{\text{実際の人数}} \quad (2)$$

3. 解析結果

解析モデルで計測した通過人数, 通過者属性(性別) , 通過者属性(年代)の結果を以下に示す. なお, 解析対象時間については, 通過人数が午前 5 時から午後 23 時までの各時間帯最初の 10 分間, 通過者属性(性別)(年代)が各時間帯最初の 1 分間とした.

(1) 通過人数

図-3 に解析結果を示す. 適合率・再現率ともに, 高精度で検知可能となり, 概ね実数を再現できた.

表-3 通過人数

適合率	再現率
0.971 (895/922)	0.957 (895/935)

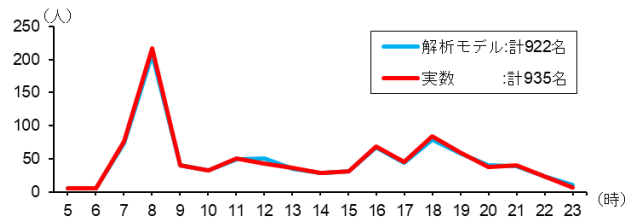


図-3 通過人数

(2) 通過者属性(性別)

図-4 に解析結果を示す. 結果として, 適合率・再現率ともに高精度で検知可能となったものの, 男性の場合は適合率が低く, 女性の場合は再現率が低くなった. これは, 学習時に使用した教師データの偏りにより, 女性を男性と判定する傾向があったためと考えられる.

表-4 通過者属性(性別)

項目	適合率	再現率
男性	0.823 (51/62)	0.927 (51/55)
女性	0.921 (35/38)	0.729 (35/48)

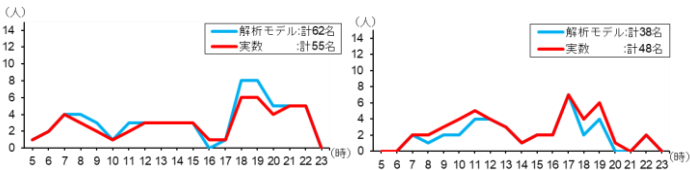


図-4 通過者属性(性別) (左:男性, 右:女性)

(3) 通過者属性(年代)

図-5 に解析結果を示す.「大人」の適合率・再現率ともに高精度で検知可能なものの,「子供」と「お年寄り」の再現率が低くなった. 今後は「子供」と「お年寄り」の教師データも追加学習し, 未検知が少ないモデルへの改良が必要である.

表-5 通過者属性(年代)

項目	適合率	再現率
子供	— (0/0)	0.000 (0/3)
大人	0.891 (82/92)	0.932 (82/88)
お年寄り	0.750 (6/8)	0.500 (6/12)

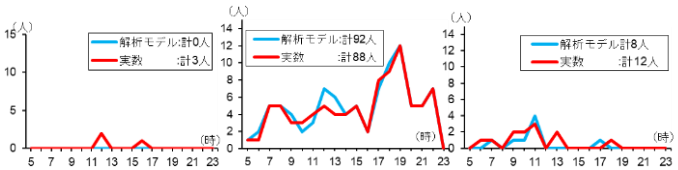


図-5 通過者属性(年代) (左:子供, 中央:大人, 右:お年寄り)

4. おわりに

本研究では, 深層学習による物体検知技術を用いることで, 公共空間の通過人数計測に加えて, 通過者の属性情報取得も低コストで実現できることを示した. 本成果は, 公共空間の高度利用による, まちの活性化の検討への活用が期待できる. 今後は, 再現率が低くなった「子供」と「お年寄り」の教師データの充実や, 様々な撮影条件(天候, 曜日)の影響を踏まえた精度検証により, モデルの改良を実施する.

参考文献

- 1) 国土交通省道路局: 交通拠点の機能強化に関する計画ガイドライン, 2021.
- 2) 高森他: 都市空間での人流解析における深層学習の応用, AI・データサイエンス論文集, Vol2, No.J2, pp.113-120, 2021.
- 3) Tsung-Yi Lin *et al.*: Microsoft COCO: Common Objects in Context, arXiv: 1405.0312 2015.