

物体検知技術を活用したバス利用者解析に関する研究

- (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 西牟田 祐介
- (株) 建設技術研究所 正 会 員 早見 俊紀
- (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

バスタ新宿は平成 28 年 4 月からバスターミナルとして供用を開始しており、それ以降、国土交通省は各地で交通拠点の整備・検討を実施している。交通拠点に求められる主な機能として、交通モードの乗入・接続を行う「交通機能」、災害時に交通機能を確保する「防災機能」、賑わい創出や景観形成などの「交流等機能」¹⁾などが挙げられる。これらの機能を備えた交通拠点の整備には、国民の利用状況を定期的に解析し、課題やニーズを把握することが重要である。

そこで本研究では、AI(人工知能)技術の一種である深層学習による物体検知技術を活用し、近鉄四日市駅東口バス乗り場におけるバス利用者の解析と、利用状況の定量化を実施した。それにより、交通拠点の整備・検討支援への AI 技術の有効性を検証した。

2. 解析方法

本章では、ビデオ調査カメラ画像を用いてバス利用者を解析する手法について整理した。

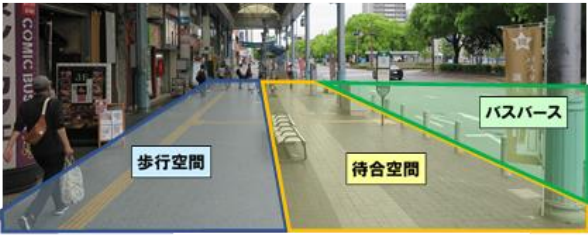


図-1 画像解析エリア

(1) 解析概要

図-1 に示す「待合空間」を対象に、表-1 の「バス待ち人数」、「バス待ち属性 (性別・年代)」、「待合ベンチ利用人数」の解析を実施した。まず、図-2 (左) に示すように、バス停周辺に形成される列を対象とした解析エリアを設定し、バス待ち人数を計測する。また、図-2 (右) に示すように、対象とする待合ベンチにエリアを設定し、待合ベンチ利用人数を計測する。

表-1 解析項目の一覧

解析項目	実施内容
バス待ち人数	バス停に並んでいる人数
バス待ち属性 (性別・年代)	バス停に並んでいる人の性別・年代
待合ベンチ利用人数	ベンチを利用している人数



図-2 解析エリアの設定 (左：バス待ち、右：待合ベンチ)

(2) 解析モデル

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。YOLOv5 は物体検知時に物体ごとに固有の ID を付与するため、本研究では、物体が設定した解析エリア内に入入した時間と ID、属性などのデータを記録することで、人数計測や属性(性別や年代)の計測を可能にした。

(3) 精度検証指標

モデルの精度評価指標として、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」は人手による目視作業で計測した。また、モデルの検知結果に対して、目視作業で正解・不正解かを確認し、適合率・再現率を算出した。

$$\text{適合率} = \frac{\text{AI による検知数 (正解のみ)}}{\text{AI による検知数 (正解・不正解両方含む)}}$$

(1)

$$\text{再現率} = \frac{\text{AI による検知数 (正解のみ)}}{\text{実際の人数}}$$

(2)

3. 解析結果

モデルの解析結果を以下に示す。なお、解析対象時間については、午前 5 時から午後 23 時までの各時間帯最初の 10 分間を対象とした。

(1) バス待ち人数

バス待ち人数の精度検証結果を表-2、図-3 に示す。適

合率が約 0.7，再現率が 0.9 以上と適合率よりも再現率が高い結果となった．その原因は，バス待ち以外の目的で計測エリア内に滞在する人を計測したためである．

表-2 精度検証結果（バス待ち人数）

適合率	再現率
0.755	0.965

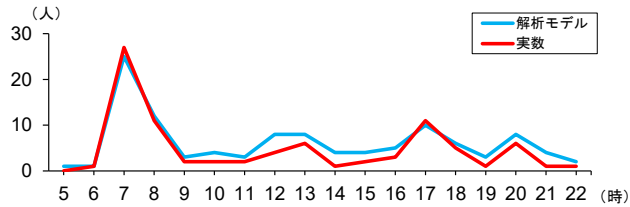


図-3 バス待ち人数

(2) バス待ち属性

バス待ち属性(性別)の精度検証結果を表-3，図-4，5に示す．女性の適合率が低い結果となった．その原因は，モデルの時教師データに偏りがあり，女性を男性と誤検知するケースが多発したためである．

表-3 精度検証結果（バス待ち属性）

性別	適合率	再現率
男性	0.809	0.739
女性	0.444	0.800

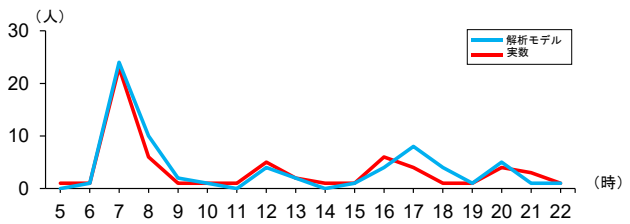


図-4 バス待ち属性（男性）

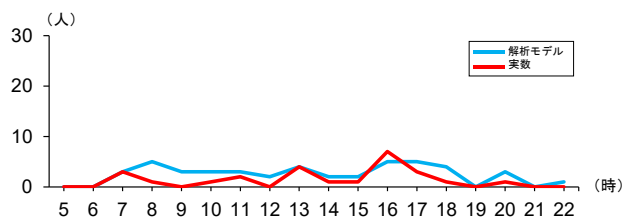


図-5 バス待ち属性（女性）

バス待ち属性(年代)の精度検証結果を表-4，図-6，7に示す．大人の適合率・再現率は0.8以上だが，子供と高齢者の精度が低い結果となった．今後は子供と高齢者の精度向上に向けた改良が必要である．

表-4 精度検証結果（バス待ち属性）

年代	適合率	再現率
子供	-	0.000
大人	0.854	0.805
高齢者	0.076	0.400

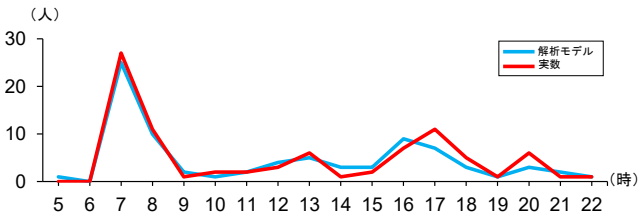


図-6 バス待ち属性（大人）

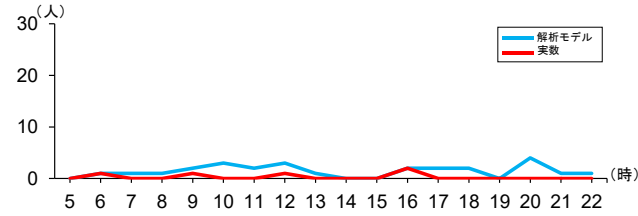


図-7 バス待ち属性（高齢者）

(3) 待合ベンチ利用人数

待合ベンチ利用人数の精度検証結果を表-5，図-8に示す．適合率が約 0.4，再現率が約 0.9 と適合率よりも再現率が高い結果となった．そのため，実際の人数よりも，モデルが多くを誤検知したことが確認できる．その原因は，図-9に示すように，計測エリア内で待合ベンチ利用者ではない人を利用者と誤検知したためである．

表-5 精度検証結果（待合ベンチ利用人数）

適合率	再現率
0.378	0.875

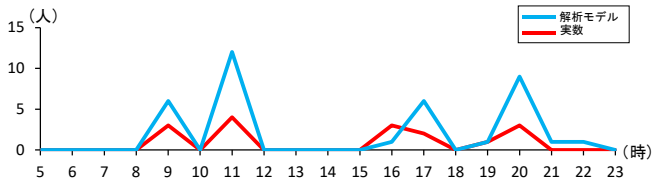


図-8 待合ベンチ利用人数

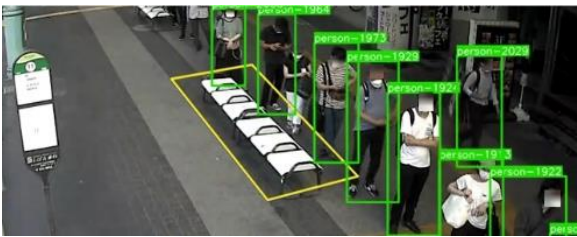


図-9 待合ベンチ利用人数の検知状況

4. おわりに

本研究では，深層学習による物体検知技術を活用し，バス利用者の解析が可能であることを示した．本研究で開発したモデルは，場所を問わず人数や属性を検知可能なため，全国の交通拠点の整備・検討支援への活用が期待できる．今後は，教師データの追加やパラメータ調整などにより，モデルの改良を実施する予定である．

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．