

バス乗り場における物体検知技術を活用した利用状況の把握に関する研究

(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 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 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

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、以降各地で交通拠点の整備・検討が行われている。交通拠点には、バス、タクシー自家用車などの多様な交通モードが集中し、多くの利用者が乗り継ぎを目的として往来する。交通拠点が備えるべき基本機能として、バスの乗降や乗降場までの移動、車両の移動や停留、バスの安定的な運行の確保などが挙げられる。これらの機能を備えた新たな交通結節点の整備にあたり、現状のバス運行状況や利用状況、利用者のニーズ把握が必要となる。

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の運行状況および利用状況の把握を行った。それにより、バス乗り場の利用状況把握への AI 技術の有効性を検証した。

2. 解析方法

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

(1) 解析概要

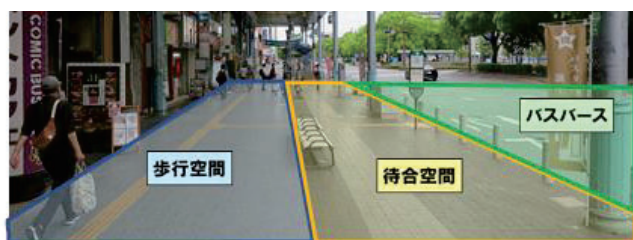


図-1 画像解析エリア

本研究では、図-1 に示す「待合空間」、「バスバース」を対象とし、「乗降人員」、「バスバース占有時間」の計 2 項目について解析する。まず、図-2 に示すように、バスの乗車口および降車口付近にエリアを 2 つ設定し、流入エリアから流出エリアに進入した人物を乗降人員

として計測する。また、図-3 に示すように、対象とするバスバースにエリアを設定し、エリア内へのバス到着時間と発車時間を計測し、その差分をバスバース占有時間として計測する。

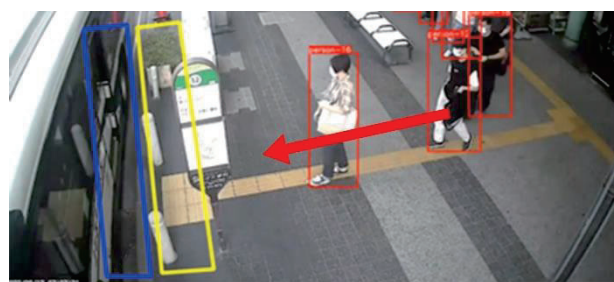


図-2 解析エリアの設定（乗降人員）



図-3 解析エリアの設定（バスバース占有時間）

(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 ID を付与するため、本研究では、物体が解析エリアに進入した時間と ID を記録することで、人数計測や停車時間の計測を可能にした。

3. 精度検証

(1) 精度検証方法

解析モデルの精度評価にあたり、乗降人員に対しては表-1 に示す適合率および再現率を使用した。バスバース占有時間に対しては、目視計測結果とモデル計測結果から誤差時間を算出した。また、バスの運行時間が 5 時から 22 時（令和 3 年 9 月時点）であるため、各時間

キーワード 物体検知, 画像解析技術, バス乗り場, 利用状況把握

連絡先 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 2-14-5KDX 浜町中ノ橋ビル 2 階 株式会社建設技術研究所 TEL.03-3668-0451

最初の1便を対象とし、計18便に対して精度検証を実施した。

表-1 精度評価指標

評価指標	最適値	算出式
適合率	1.0	$\frac{\text{AIによる検知数（正解のみ）}}{\text{AIによる検知数（正解・不正解両方含む）}}$
再現率	1.0	$\frac{\text{AIによる検知数（正解のみ）}}{\text{実際の人数（目視による計測）}}$

(2) 精度検証実施結果

乗降人員の精度検証結果を表-2、図-4 および図-5 に示す。乗車人員は適合率、再現率ともに0.9以上であり高精度で解析可能である。降車人員は適合率が約0.6、再現率が0.9以上と乗車人員に比べ適合率が低い結果となった。適合率が低い要因として、一部の便でバス降車口がカメラ画角外となり、降車人員が正確に計測できなかったことが考えられる。

バスバース占有時間の精度検証結果を表-3 および図-6 に示す。18便のうち半数以上の便で誤差が5秒未満であり、最大誤差は約54秒となった。30秒以上の誤差が発生した要因として、ビデオカメラとバスバースの間に柱などの構造物が多く、車体の一部が隠れることで、停車中にIDが変化してしまい、正確な発車時刻を計測できなかったことが挙げられる。

表-2 精度検証結果（乗降人員）

解析項目	適合率	再現率
乗車人員	0.972	0.945
降車人員	0.579	0.917

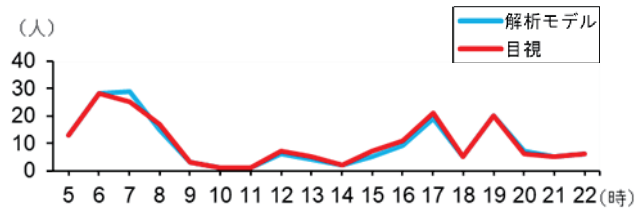


図-4 解析結果の比較（乗車人員）

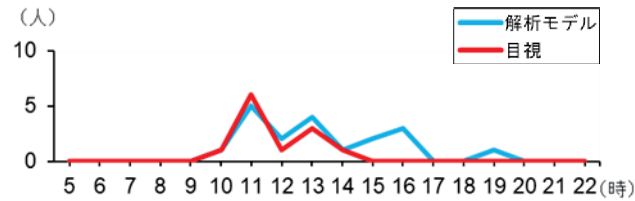


図-5 解析結果の比較（降車人員）

表-3 精度検証結果（バスバース占有時間）

	目視計測との誤差時間				
	5秒未満	5秒以上 10秒未満	10秒以上 30秒未満	30秒以上 60秒未満	60秒以上
便数	10	5	2	1	0
割合	56%	28%	11%	6%	0%

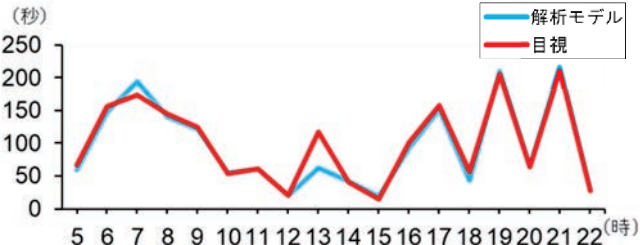


図-6 解析結果の比較（バスバース占有時間）

4. 解析結果

乗降人員とバスバース占有時間の解析結果を組み合わせることで、バスの便単位での乗降人員の把握が可能となった。また、バスの到着時間と時刻表と比較することで、バスの遅延や臨時便の有無が確認できることに加え、図-7に示すように、時刻表とは異なる時間に乗降人員を計測した際には、自家用車での送迎等の利用も確認されたため、バス以外のバスバース利用実態の把握への適用も考えられる。



図-7 バス以外のバスバース利用実態

5. 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、バスの運行状況および利用状況の把握が可能であることを示した。また、当初想定していなかった、バス利用以外でのバス停利用状況に対する分析の可能性を得ることができ、新たな交通結節点の整備へ向けたより詳細な利用状況把握への活用が期待される。今後は、画像編集による不要物削除などを活用し、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。