

深層学習を用いた昼夜間の動画像からの歩行者認識に関する課題分析

法政大学大学院（現 株式会社建設技術研究所）
学生会員 ○安藤 祐輝
法政大学 正 会 員 今井 龍一
関西大学 正 会 員 山本 雄平
琉球大学 正 会 員 神谷 大介
大阪産業大学 正 会 員 姜 文淵
大阪電気通信大学 正 会 員 中原 匡哉

1. はじめに

歩行者交通量調査の多くは、人海戦術による現地調査および動画像の目視判断で歩行者を計数している。一方、我が国の生産年齢人口は年々減少傾向にあることから、調査員の確保が困難になりつつある。そのため、調査費の制約や調査員の労力を考慮し、調査日、時間帯および調査地点数を限定して実施されている。そこで、著者らは、交通量の常時観測を目指すべく、深層学習を用いたカメラの動画像による歩行者の計数システム（以下、「計数システム」とする。）を考案した。既存研究では、外的要因の少ない昼間の時間帯および照度が一定の屋内を想定し、計数システムの有用性を評価している。しかし、実用化に向けて、対象地点の照度の変化や雨天時等にも計数システムを適用できるかを検証する必要がある。そこで、本研究の目的は、計数システムが照度の変化にどの程度対応できるかを検証し、改善点を明らかにすることとした。具体的には、昼夜の歩行者計数結果を照合分析することで、計数システムの汎用性および課題を明らかにする。

2. 歩行者の頭部に着目した認識手法

(1) 歩行者認識モデルの選定

歩行者を認識する研究の多くでは、頭から足先までの全身を囲むモデルを用いることが多い。しかし、歩行者にオクルージョンが発生すると、認識精度が低下する課題がある。そのため、既存研究²⁾では、頭部だけを認識するモデルを作成し、改善を図っている。本研究でも既存研究と同様に表-1 に示す YOLOv4 により作成された頭部認識モデルを用いることとした。

(2) 既存研究の課題

既存研究²⁾の頭部認識モデルは、頭部の背景色が暗い場面や影による照度の変化が発生している個所で認識に失敗する傾向がみられる。これは、頭部との境目の判断が目視であっても困難であることに起因している。

表-1 頭部認識モデルの構成

撮影地点数	画像枚数	解像度	学習回数	損失係数
9地点	994枚	4K解像度	50,000回	0.1前後

また、これまでの検証は、外的要因の少ない昼間の時間帯および照度が一定の屋内の条件下で実施していたため、実用化に向けた検証としては不十分であった。そのため、照度が低下する夜間への適用可能性の検証が必要であるといえる。

3. 頭部に着目した計数システムの適用可能性の検証

(1) 歩行者計数システムの概要

本研究で考案した計数システムは、頭部認識機能、頭部追跡機能および歩行者計数機能で構成される。まず、頭部認識機能では、前章の頭部認識モデルを用いて、画像内の頭部の位置を推定する。次に、頭部追跡機能では、推定結果を用いて頭部を追跡し、歩行者の軌跡を取得する。最後に、歩行者計数機能では、頭部追跡機能の結果に基づき、調査断面を通過した歩行者を進行方向別に計数する。

(2) 実験概要

本実験は、静岡市の協力のもと、市内にビデオカメラを設置し撮影を実施した。本研究のカメラ動画像の設置条件を表-2 に示す。撮影対象は屋外であり、時間帯によって照度の変化がみられる地点となっている。撮影日である、2021 年 11 月 28 日の天候は晴れで日の入り時刻は 16 時 36 分³⁾であった。そこで、昼間と夜間の動画像として図-1 に示す時間帯を切り出し、検証した。

(3) 実験結果と考察

実験結果を表-3 に示す。まず、夜間時の各地点の正解率に着目すると、全地点において昼間時の正解率を下回る結果となった。照度の低下による頭部の認識率の低下が原因として考えられる。そのため、現頭部認識モデルを全時間帯に適用することは困難であるといえ

キーワード：歩行者交通量調査，頭部認識，画像認識，深層学習，YOLO
連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学 TEL：03-5228-1347 E-mail：imai@hosei.ac.jp

る．次に，地点 A では，昼夜ともに正面方向に進む歩行者において正解率が低くなる傾向がみられた．これは，図-2 に示すように，正面方向に進む歩行者の流動が画面奥側の横断歩道付近にあり，撮影地点からの距離が離れているため，頭部を認識しづらくなったと考えられる．地点の正解率は 70%程度となっており，目標値としている目視との計数誤差 $\pm 5\%$ 以内²⁾の達成には改善が必要である．最後に，地点 B の左では，昼夜ともに正解率が 60%程度の結果となった．また，昼間においては，照度が高いことにより歩行者の影が発生し，他の歩行者の認識精度の低下に影響している場面がみられた．結果を詳細に確認すると，影が発生している場面では，頭部との境目が見づらい傾向にある．そのため，画像の二値化处理等により，画像を鮮明にする改善が必要である．以上より，改善策として，画像の拡大処理やグレースケール化画像を用いたモデルの作成が挙げられる．

4. おわりに

本研究では，既存研究²⁾にて考案した頭部に着目した計数システムの汎用性や課題を明らかにするべく，昼夜間の撮影条件下で断面交通量の計数を実施した．そして，照度の低い地点での計数精度の低下や影の影響の傾向を実験により明らかにした．今後は，照度の変化に対応するべく，グレースケール化画像による頭部認識モデルの作成や画像生成を用いた検証を試行する．

謝辞：本研究を遂行するにあたり，静岡市建設局道路部の堀井一嗣氏，亀谷浩司氏，昭和設計株式会社都市環境部の河口知弘氏，飯田爾雅氏には歩行者交通量調査の動画撮影等の多大なるご協力を賜った．ここに記して感謝の意を表する．

表-2 カメラ動画像の設置条件

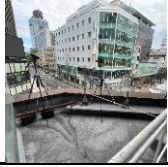
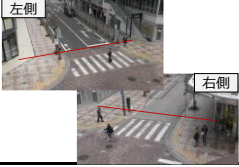
地点名	撮影地点の様子	撮影画角	撮影高さ	撮影角度
地点A		 赤線：計数を実施する断面	約5m	約30度
地点B		 左側 右側	約7m	約15度



図-1 検証対象の時間帯と撮影地点の様子

表-3 各地点の断面交通量の計数結果

地点名	昼夜	進行方向	正解値(人)	推計値(人)	正解率	地点正解率
地点A	昼間	正面	22	14	64%	78%
		背面	46	39	85%	
	夜間	正面	60	26	43%	64%
		背面	63	53	84%	
地点B左	昼間	正面	38	29	76%	65%
		背面	16	6	38%	
	夜間	正面	5	2	40%	64%
		背面	6	5	83%	
地点B右	昼間	正面	48	48	100%	97%
		背面	75	71	95%	
	夜間	正面	27	20	74%	70%
		背面	37	25	68%	

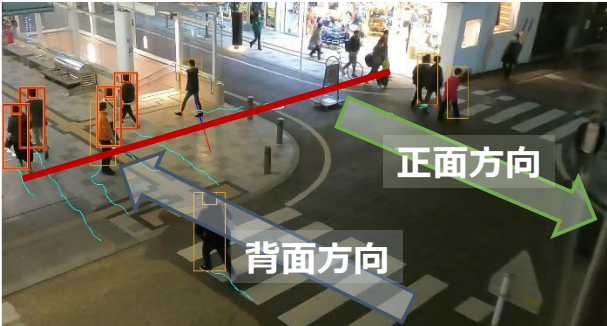


図-2 地点 A の歩行者流動と計数結果の一例

参考文献

1) 国土交通省：2050 年の国土に係る状況変化，<<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r02/hakusho/r03/pdf/np102400.pdf>>，(入手 2023.3.31) ．

2) 今井龍一，山本雄平，姜文淵，神谷大介，中原匡哉，安藤祐輝：頭部に着目した歩行者交通量調査に関する研究，土木学会論文集 F3（土木情報学），Vol.78，No.2，pp.I_82-I_92，2022．

3) 国立天文台（NAOJ）：各地のこよみ，<<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/2021/s2311.html>>，(入手 2023.3.31) ．