

## 頭部に着目した歩行者交通量調査の中心市街地における現場実証

法政大学大学院	学生会員	○安藤	祐輝
法政大学	正会員	今井	龍一
琉球大学	正会員	神谷	大介
関西大学	正会員	山本	雄平
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

我が国の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交通量調査用に設置されたカメラ動画画像の目視判断で歩行者を計数している。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るのが一般的となっている。こうした背景の下、情報通信技術を活用した新道路交通調査体系の検討<sup>1)</sup>が進められている。具体的には、令和3年度に実施された全国道路・街路交通情勢調査において、国が担当する区間内の人手観測を廃止し、CCTV画像を活用した画像解析技術を適用している事例<sup>2)</sup>がある。また、歩行者交通量調査も同様に、カメラから取得した動画画像に人物の認識技術を適用し、歩行者を計数する手法が検討<sup>1)</sup>されている。そこで著者らは、当該技術の典型的な課題であるオクルージョンによる人物認識精度の低下を改善するため、頭部に着目した歩行者計数システム<sup>3)</sup>（以下、「本システム」という。）を考案した。残された課題として、現場検証を重ねて実用性を高めることが示されている。

本研究では、カメラの設置位置や計数する断面等の調査条件の異なる歩行者交通量調査を試行し、本システムの汎用性を検証する。また、本システムの実現場への適用に向けて、カメラを用いた歩行者交通量調査の課題を体系化し、整理する。

### 2. 頭部に着目した歩行者計数システムの概要

本章では、検証に用いた既存の歩行者計数システム<sup>3)</sup>を説明する。本システムでは、歩行者認識機能、歩行者追跡機能および歩行者計数機能により構成されている。これらの結果を用いて断面の通行人数を出力する。

#### (1) 歩行者認識機能

本機能では、高精度に物体を認識可能なYOLOv4<sup>4)</sup>を

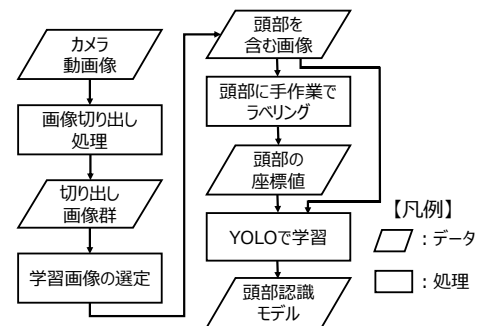


図-1 頭部認識モデルの構築手順

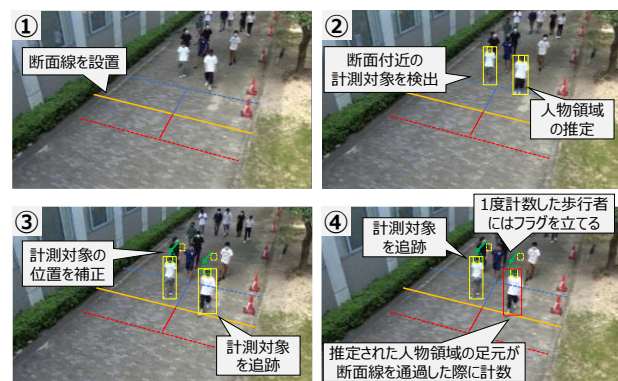


図-2 歩行者の追跡と計数手法のアルゴリズム

用いる。しかし、既存の人物領域認識モデルでは、歩行者のオクルージョンが頻発する交通量の多い場面等で認識精度の低下がみられた。そのため、図-1に示す、頭部の認識モデルを構築し、オクルージョンにも対応可能である措置を講じている。

#### (2) 歩行者追跡機能及び歩行者計数機能

本機能では、前節の認識結果を用いた歩行者計数システムを考案している。本システムは、図-2に示すように、まず、対象とする動画画像および計数を実行する断面線を入力する。次に、認識された頭部を用いて、画面内の歩行者の位置を推定する。最後に、各フレームの認識結果を用いて歩行者を追跡しつつ、その軌跡を補正し、断面線を越えた際に進行方向別に計数する。

キーワード：頭部認識、歩行者交通量調査、画像解析技術、深層学習

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：yuki.ando.5w@stu.hosei.ac.jp

### 3. 複数地点における考案手法の有用性の検証

#### (1) 検証概要

本研究では、実務を想定した歩行者交通量の調査箇所として、図-3に示す6地点を選定し、市販のビデオカメラを用いて4K解像度で撮影した。撮影角度は、既存研究<sup>3)</sup>で頭部認識モデルの有用性が確認された45度とし、三脚等で固定した。本実験では、撮影条件として、撮影高さ、屋内外の撮影地点の環境およびカメラと断面線の関係を設定し、計数の正解率を評価の対象とした。

#### (2) 検証結果

各地点の計数結果を表-1に示す。地点①～③は、既存研究<sup>3)</sup>に示されている予測値と目視計数（正解値）との誤差が±5%以内という基準に収まっている。一方、地点④～⑥は、正解率は8割を上回っているものの、図-4に示す頭部と他の歩行者とのオクルージョンが発生する場面で、計数不可となる傾向がみられた。また、設定した条件より明らかになった事象を次に詳述する。

##### a) 撮影環境による精度への影響

表-1より、屋内外等の撮影地点の環境の違いによる精度への大きな影響はみられなかった。一方で、影を頭部と誤認識する例や照度の変化によって認識精度が低下する例がみられた。これらは、背景色が認識対象に影響するオクルージョンの一種であり、画像解析技術の典型的な課題である。今後は、撮影環境に合わせた画像生成を試行し、計数精度への影響を検証する。

##### b) 頭部ピクセル数と計数結果の関係性

頭部認識モデルが検出した頭部の座標値データから矩形の大きさを面積で算出し、全物体の平均値の平方根を頭部の大きさと定義したものを集計した。表-1より、断面線上で80～180ピクセル程度の頭部であれば、計数誤差が±5%以内となり高精度な計数といえる。

### 4. おわりに

本研究では、既存研究で考案した頭部に着目した歩行者交通量調査手法の実用性を明らかにするべく、複数の撮影条件下でシステムの汎用性を検証した。そして、撮影地点の環境および動画内の頭部の大きさが計数精度に影響を与えること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、撮影環境に合わせた画像生成を試行する。また、動画の拡大処理により、頭部の大きさを均一にすることで、計数精度に変化があるかを検証する。



図-3 歩行者計数の対象地点

表-1 各地点の撮影条件と計数結果

地点名	撮影高さ (m)	撮影中心距離 (m)	屋内外	カメラと断面線の関係	断面上の頭部ピクセル数 (pixel)	進行方向	正解値 (人)	予測値 (人)	正解率
地点①	7.0	7.0	屋内	平行	129×129	正面	41	41	100%
						背面	34	34	100%
地点②	7.0	7.0	屋外	平行	84×84	正面	48	47	98%
						背面	21	20	95%
地点③	2.5	2.5	屋内	斜め	188×188	正面	37	37	100%
						背面	38	38	100%
地点④	12.0	12.0	屋外	斜め	52×52	正面	38	30	79%
						背面	32	29	91%
地点⑤	2.5	2.5	屋内	垂直	320×320	右方向	38	35	92%
						左方向	35	29	83%
地点⑥	6.0	6.0	屋外	垂直	62×62	右方向	88	87	99%
						左方向	15	14	93%



図-4 代表的な計測不可の例

**謝辞:** 本研究を遂行するにあたり、関西大学総合情報学部の田中成典教授の研究室の皆様には交通量調査の動画撮影に多大なるご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省: ICTを活用した新道路交通調査体系検討会, <<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/index.html>>, (入手 2022.4.1).
- 2) 国土交通省: CCTVカメラ (AI解析)の精度に関する報告, <<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf05/02.pdf>>, (入手 2022.4.1).
- 3) 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.
- 4) Alexey, B., Chien-Yao, W. and Hong-Yuan, M. L.: YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, *Cornell University arXiv:2004.10934v1*, pp.1-17, 2020.