

廉価な LiDAR の動的な点群データを用いた歩行者の検出可否に関する考察

法政大学大学院 学生会員 ○小橋 幸貴

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

関西大学大学院 学生会員 中畑 光貴

1. はじめに

現行の歩行者交通量調査は、主に、調査断面を通過する歩行者を人手によりカウントしている。そのため、常時観測は難しく、調査日や時間帯が限定される。さらに、近年、少子高齢化の進行により、調査員の確保が困難となってきた。こうした背景の下、国土交通省は、現行の歩行者交通量調査の課題解決に向けて、ビデオカメラの動画像や LiDAR の動的な点群データを活用した歩行者交通量調査を推進している¹⁾。しかし、動画像を用いた調査手法は、歩行者の顔が映る可能性があり、個人情報の保護やプライバシーの配慮が必要である。さらに、照度が低い場合、歩行者が見えづらくなるため、夜間への適用が困難である。一方、LiDAR を用いた調査手法は、個人情報が特定できないうえに、夜間計測も可能である。既存手法では、水平方向 360° の範囲を 1 秒間で約 1,300,000 点の点数を取得できる高性能・高価な LiDAR で計測した高密度の動的な点群データを用いられているため、調査費が高くなり実務では多用しにくい課題がある。また、既存研究²⁾では、廉価な LiDAR を用いた人流計測が試行されている。しかし、LiDAR からの距離が 4m 以内の歩行者を対象としており、数十 m 先の歩行者への適用可否は明らかとなっていない。そのため、歩行者交通量調査等の屋外での計測を想定すると、数十 m 先の歩行者の検出可否を検証する必要がある。さらに、廉価な LiDAR を用いて屋外の歩行者が計数できると、実用的な調査費で常時観測が可能となり、現行の歩行者交通量調査の課題解決への貢献が期待できる。

そこで、本研究では、廉価な LiDAR で計測した動的な点群データから、歩行者の点数を計測距離ごとに整理する。そして、点群データに深層学習を適用し、歩行者の検出可否を検証することで、動的な点群データから歩行者を検出するための条件を明らかにする。

2. 計測実験

本研究では、廉価な LiDAR で取得できる歩行者の点数と計測距離の関係を整理するため計測実験を実施した。表-1 に既存研究にて多く使用されている廉価な LiDAR の価格および性能比較を示す。表-1 より、Livox 社の LiDAR が現行のビデオカメラと同等の価格であることから、本実験では、Avia および Tele-15 を使用した。

(1) 計測方法

LiDAR との計測距離 10m から 50m の範囲の歩行者を計測できるように、LiDAR は、高さ 1.4m および鉛直成分の角度 0° で設置した (図-1 参照)。本研究では、廉価な LiDAR を用いた歩行者の検出可否の検証を目的としているため、計測対象とする歩行者は 1 人とした。

表-1 LiDAR の価格および性能比較

機種名	点数(点/秒)	分解能	FOV(°)	価格(円)
HDL-64E	1,300,000	Hor : 0.35	Hor : 360	500,000以上
HDL-32E	695,000	Hor : 0.40	Hor : 360	500,000以上
VLP-16	300,000	Hor : 0.40	Hor : 360	300,000以上
Avia	240,000	Hor : 0.03	Hor : 77.2	100,000以上
Tele-15	240,000	Hor : 0.02	円形 : 15	100,000以上

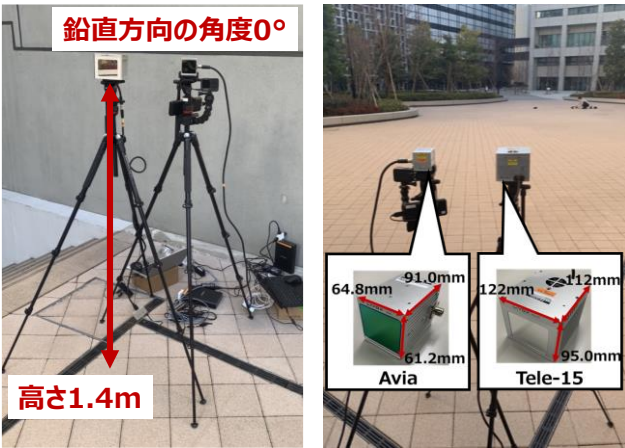


図-1 LiDAR の設置の様子

キーワード 歩行者交通量調査, 歩行者検出, LiDAR, 点群データ, 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 : tomoki.kobashi.2t@stu.hosei.ac.jp

また、被験者は、身長 1.8m、横幅 0.4m および奥行 0.1mの成人男性であり、LiDAR との計測距離 10m から 50m の間を 5m 間隔で LiDAR の前を横切る方向に歩行するデータを計測した。

(2) 計測した点群データの特性

Avia および Tele-15 で計測した計測距離ごとの歩行者の点数を表-2 に示す。表-2 より、Avia で計測した歩行者の点数は、計測距離 10m で 248 点、50m で 15 点であり、Tele-15 で計測した歩行者の点数は、計測距離 10m で 4,299 点、50m で 534 点であった。そのため、Tele-15 は、Avia と比較し、高密度の点群データを計測できることがわかった。また、計測距離が遠くなるにつれて歩行者の点数は減少するが、35m を超えると、歩行者の点数の減少幅が少なくなる傾向がみられた。

3. 歩行者の検出可否の検証

本実験では、点群データ上で歩行者を検出できる Livox Detection V2.0 の既存モデル³⁾を使用し、歩行者の検出可否を検証した。本モデルでは、LiDAR の 1 フレーム (0.1 秒) ごとに歩行者を検出し、検出できた場合、黄色のバウンディングボックスを表示する。表-2 に歩行者の点数ごとの検出可否の結果を示す。また、図-2 および図-3 に Livox Detection V2.0 で検出した歩行者の一例を示す。検出結果より、Tele-15 で計測した歩行者の点群データでは、いずれの距離においても高精度に歩行者を検出できた。しかし、Avia で計測した歩行者の点群データでは、計測距離が 35m を超えると検出精度が低下する傾向がみられた。これは、計測した歩行者の点数が 40 点未満になると、歩行者の形状の判断が困難になることが原因と考えられる (図-2 および図-3 参照)。以上の結果より、廉価な LiDAR で計測した動的な点群データから歩行者を検出できることが確認できた。また、一般的な大人の歩行者の検出には、最低でも 40 点程度必要であることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、廉価な LiDAR で計測した動的な点群データを用いた歩行者の検出可否を検証した。その結果、歩行者の検出には、歩行者の形状を保てる 40 点以上の点数が必要であるため、最も高密度の点群データを計測できるレーザの中心を計測地点に合わせることで重要だと考えられる。

今後は、より多くの歩行者を対象とした検証、歩行者の追跡や調査断面での計数可否の検証を実施する。

表-2 計測距離と歩行者の点数

計測距離 (m)	Avia		Tele-15	
	歩行者の点数 (点)	検出可否	歩行者の点数 (点)	検出可否
50	15	否	534	可
45	21	否	554	可
40	26	否	571	可
35	26	否	598	可
30	40	可	730	可
25	50	可	887	可
20	74	可	1,328	可
15	103	可	2,060	可
10	248	可	4,299	可

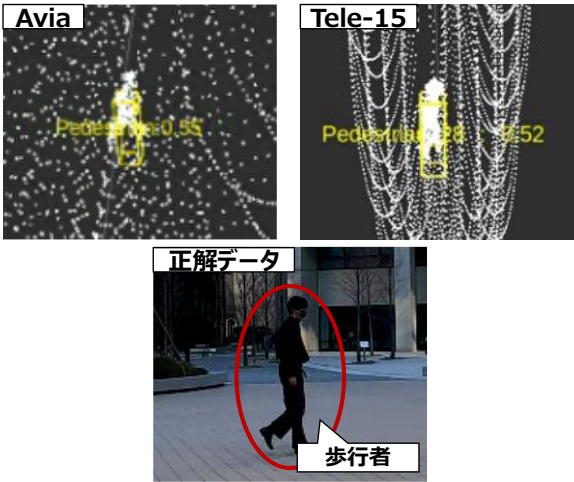


図-2 計測距離 10m の歩行者の検出結果

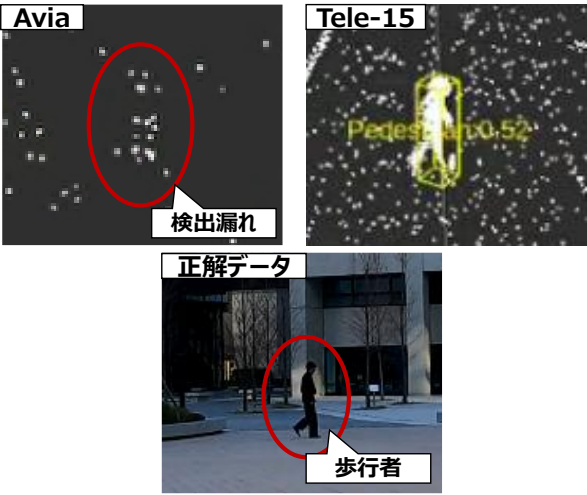


図-3 計測距離 35m の歩行者の検出結果

参考文献

1) 国土交通省：まちの活性化を測る歩行者量調査のガイドライン (ver1.1), 従来の人手によるカウント調査<https://www.mlit.go.jp/common/001282666.pdf>, (入手 2023.3.31).

2) 池田太郎, 三木光範, 坂東航, 米田浩崇：LiDAR を用いた人流計測システムの作成, 同志社大学ハリス理化学研究報告, Vol.60, No.3, pp.168-173, 2019.

3) GitHub：LivoxSDK/livox_detection, <https://github.com/Livox-SDK/livox_detection>, (入手 2023.3.31).