

# 低解像度 LIDAR を用いた歩行者検出のための 複数フレーム利用に関する検討

A study on pedestrian detection using multiple frames obtained from a low resolution LIDAR

建部 好輝<sup>1</sup> 出口 大輔<sup>1</sup> 川西 康友<sup>1</sup> 井手 一郎<sup>1</sup> 村瀬 洋<sup>1</sup> 酒井 映<sup>2</sup>  
Y. Tatebe D. Deguchi Y. Kawanishi I. Ide H. Murase U. Sakai

名古屋大学<sup>1</sup>  
Nagoya University

株式会社デンソー<sup>2</sup>  
DENSO CORPORATION

## 1 はじめに

近年、自動車の周囲環境理解のためのセンシングデバイスとして LIDAR が広く普及してきている。ここ数年では、LIDAR を用いて運転支援を高度化する検討も進んでおり、その1つとして LIDAR を用いた歩行者検出等の研究がなされている [1][2]。対歩行者事故の低減において、歩行者検出技術は大きな役割を担う。しかし、高解像度な LIDAR を用いても歩行者までの距離が遠くなるほど低解像度となり、検出精度が下がる傾向にある。そのため、低解像度な LIDAR にも対応可能な歩行者検出技術に期待が寄せられている。

本発表では、遠方で低解像度な歩行者の検出を目的とし、低解像度 LIDAR から得られる複数フレームに亘る点群の距離情報を活用することで、歩行者検出の性能改善を行った結果について報告する。

## 2 低解像度 LIDAR を用いた歩行者検出

提案手法は、学習段階と識別段階からなる。入力は、低解像度 LIDAR から得られる 3次元点群データに対して立体物検出と追跡で得られた歩行者候補点群とする。

学習段階では、まず事前処理として低解像度 LIDAR から得られる歩行者候補点群を道路面に射影し、射影した平面上で主成分分析を行う。これにより、点群の向き正規化を行う。そして、連続する 2 フレームから以下の特徴量を計算する。まず、2 フレームそれぞれから求めたスライス特徴量 [1] の平均 ( $f_1$ ) とその差 ( $f_2$ ) を求める。スライス特徴量は歩行者候補点群の大まかな形状を表現する特徴量であり、走査線 (以下、ライン) 毎に当てはめた外接矩形の 2 辺の長さを特徴量とする。また、 $f_2$  は歩行者候補点群のフレーム間での大まかな形状の変化を表す特徴量である。 $f_1$  と  $f_2$  は共にライン数が  $n$  の場合、ライン  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) からそれぞれ 2 つの特徴量  $l_{jw}, l_{jd}$  が得られ、全体として  $2n$  次元の特徴ベクトルが得られる。次に、点群間距離 ( $f_3$ ) を求める。まず 1 フレーム目の点群と 2 フレーム目の点群を比較し、各ラインの点それぞれに対して最近傍点を求め、その組を作成する。そして、点間の距離の平均をライン別に求めて  $f_3$  とする。これにより、ライン数が  $n$  の場合はライン  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) からそれぞれ 1 つの特徴量  $d_j$  が得られ、全体として  $n$  次元の特徴ベクトルが得られる。上記  $f_1 \sim f_3$  を連結した特徴ベクトルを用いて SVM 識別器を構築する。

識別段階では、歩行者候補点群から学習段階と同様に

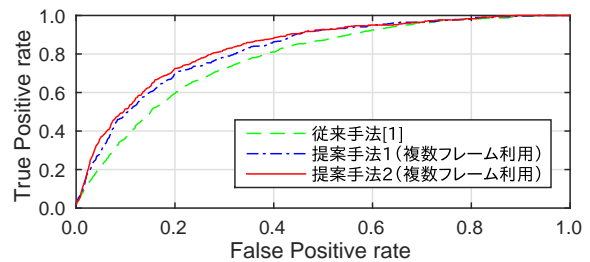


図1 各手法における識別精度の ROC 曲線

特徴ベクトルを抽出し、学習段階で構築した識別器を用いて歩行者候補点群の識別を行う。

## 3 実験

提案手法の有効性を確認するため、ライン数が 6 本の LIDAR を用いて実環境で取得した歩行者/非歩行者点群データの識別性能を評価した。本実験では 3 本のラインのみで観測された検出が難しい歩行者候補点群を対象とし、正例 1,020 フレーム、負例 5,960 フレームを用いて 5 分割交差検定を行なった。SVM のカーネルには RBF カーネルを用いた。

$f_1$  と  $f_2$  のみを用いる手法 (提案手法 1)、 $f_1 \sim f_3$  全てを用いる手法 (提案手法 2)、1 フレーム毎に抽出したスライス特徴量を特徴ベクトルとして用いる手法 (従来手法 [1]) を比較した。評価指標としては ROC 曲線を採用した。それぞれの手法による ROC 曲線を図 1 に示す。図 1 より提案手法の有効性を確認でき、歩行者候補点群が低解像度である問題を複数フレームを用いることで改善できたと考えられる。

## 4 むすび

本発表では、低解像度の LIDAR を用いた歩行者検出に複数フレームを用いる手法について検討した。実験により、歩行者検出における複数フレーム利用の有効性を確認した。

今後の課題としては、複数フレームのさらなる利用方法の検討、有効な特徴量の分析などがあげられる。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金による。

## 参考文献

- [1] Kiyosumi Kidono et al., "Pedestrian Recognition Using High-definition LIDAR," Proceedings of Intelligent Vehicles Symposium 2011, pp.405-410, Jun. 2011.
- [2] 市川ら, "低解像度 LIDAR を用いた歩行者検出のための特徴量に関する検討," 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2014-55, Oct. 2014.