

低解像度 LIDAR を用いた歩行者検出に関する予備検討

A preliminary study on pedestrian detection using a low resolution LIDAR

市川 善規¹
Y. Ichikawa

出口 大輔¹
D. Deguchi

井手 一郎¹
I. Ide

村瀬 洋¹
H. Murase

酒井 映²
U. Sakai

三澤 秀明²
H. Misawa

名古屋大学¹
Nagoya University

株式会社デンソー²
DENSO Corporation

1 はじめに

LIDAR は対象範囲にレーザー光を照射し、その反射光を解析することで、対象までの距離や反射の特性を知ることができるセンサである。これは環境認識のための車載センサとして期待されており、LIDAR を用いた歩行者検出等の研究が行われている [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が、たとえ高解像度な LIDAR を用いても、遠くの歩行者は低解像度となる。また、歩行者までの距離が遠くなるほどより低解像度となるため、認識精度が下がる傾向にある。本発表では、このような遠方で低解像度な歩行者の検出を目的とし、低解像度 LIDAR を用いた歩行者検出に有効な特徴量に関する検討結果を報告する。

2 低解像度 LIDAR を用いた歩行者検出

提案手法の入力は、低解像度 LIDAR から得られる 3D レンジデータに対して立体物の検出と追跡により得られる歩行者候補点群とする。以下、これが歩行者か否かを判定する手順について述べる。具体的には学習段階と認識段階からなる。

学習段階では、まず低解像度 LIDAR から得られる歩行者候補点群に対してスライス特徴 [2] を計算する。スライス特徴の計算方法を図 1 に示す。まず、入力点群を LIDAR の走査線（以下、ライン）毎に分割する。ここで、ライン数は鉛直方向の解像度に相当する（図 1 はライン数が 3 の例）。そして、各ラインの点群に対して主成分分析を施した後、最小外接矩形を求める。得られる矩形の 2 辺の長さをそれぞれ特徴量とする。各ラインで得られる 2 つの特徴量を連結し、1 つの特徴ベクトルとする。この特徴ベクトルの次元は、各物体の点群を構成するライン数によって変化する。ライン数が n の場合、ライン j ($j=1, 2, \dots, n$) から 2 つの特徴 w_{j0}, w_{j1} が得られ、全体として $2n$ 次元の特徴ベクトル f が得られる。

$$f = [w_{10}, w_{11}, \dots, w_{j0}, w_{j1}, \dots, w_{n0}, w_{n1}]$$

得られた特徴ベクトルを用いて SVM 識別器を学習する。ここでは、RBF カーネルを用いる。

認識段階では、各歩行者候補点群から学習段階と同様の手順で特徴ベクトルを抽出し、識別器を用いて歩行者か否かを識別する。

3 実験

実験では 6 ラインの LIDAR を用い、実環境で取得した歩行者／非歩行者の点群データを使用した。得られた

表 1 ライン数別の歩行者／非歩行者数

ライン数	3	4	5	6
Positive	851	5,133	6,928	8,128
Negative	14,215	15,995	14,922	25,204

表 2 ライン数毎に集計した AUC

ライン数	3	4	5	6
AUC	0.8272	0.8699	0.9225	0.9509

図 1 スライス特徴

データをライン数別に集計した結果を表 1 に示す。これらのデータを用いて 5 分割交差検定を行い、提案手法の検出性能を評価した。

具体的には、ROC 曲線の曲線下面積である AUC (Area Under the Curve) を評価指標とした。用いたライン数毎の AUC を表 2 に示す。鉛直方向の解像度に相当するライン数が減少する遠方の歩行者において AUC が低下した。これは、ライン数の減少にともない特徴次元が減少することが理由の 1 つと考えられる。

4 むすび

低解像度 LIDAR を用いた歩行者検出に関する予備検討を行った。実験により、遠方で低解像度な歩行者に対するスライス特徴の有効性と問題点を確認した。今後は、低解像度な歩行者に対して有効な特徴量を検討する。

謝辞 本研究の一部は科研費による。

参考文献

- [1] L. E. Navarro-Serment et al., "Pedestrian Detection and Tracking Using Three-Dimensional LADAR Data," International Journal of Robotics Research, Vol. 29, No. 12, pp.1516-1528, Oct. 2010
- [2] K. Kidono et al., "Pedestrian Recognition Using High-Resolution LIDAR," Proceedings of Intelligent Vehicles Symposium 2011, pp.405-410, June 2011