

1. はじめに

LIDAR から得られる 3 次元点群を用いた歩行者検出は、輝度や形状の変化に頑健である [1]。しかし、3 次元情報を扱うため、処理が複雑となり計算コストが高くなる問題がある。本研究では、LIDAR の距離値を 1D-CNN に入力して点群が歩行者か背景を判定した後、クラスタリングすることで、歩行者検出を行う新しいフレームワークを提案する。

2. 1D-CNN による歩行者検出

1 Dimensional-Convolutional Neural Network(以下 1D-CNN) による歩行者検出では、LIDAR から取得した距離値の 1 次元波形データから直接歩行者を検出する。図 1 に、提案手法の流れを示す。まず、LIDAR からの距離値の 1 次元波形データを取得する。次に、1D-CNN による歩行者検出を行う。最後に、1D-CNN により検出した歩行者の 3 次元点群データに対してクラスタリングを行う。各処理に対する詳細な説明を以下に記す。

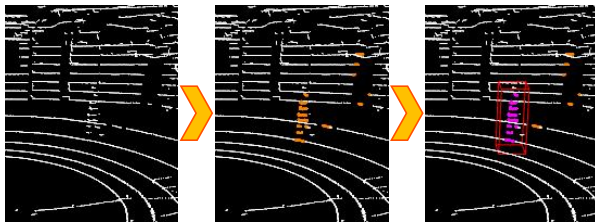


図 1: 1D-CNN による歩行者検出の流れ

2.1. 波形データの取得

本研究では、Velodyne 社製の VLP-16 を用いる。VLP-16 は、縦に 16 本のレーザを照射し、全方位の距離情報を取得する。LIDAR から取得した 3 次元点群の距離値を各レーザ ID ごとに繋げることで、レーザ ID ごとの 1 次元波形データを作成する。

2.2. 1D-CNN

LIDAR から取得した 1 次元波形データを 1D-CNN に入力する。1D-CNN の構造を図 2 に示す。1D-CNN は、2 層の畳み込み層と 1 層の全結合層から構成されている。

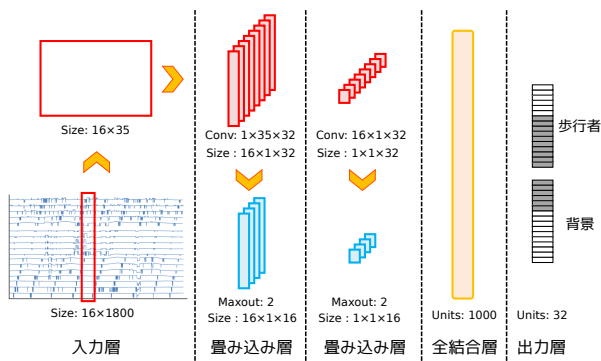


図 2: 1D-CNN の構造

LIDAR で取得した 1 次元波形データの一定範囲に着目して 1D-CNN に入力する。1 層目の畳み込み層では、入力データに重みフィルタを畳み込み、特徴マップを得る。重みフィルタは縦方向に順次畳み込む。2 層目の畳み込み層では、1 層目で取得した特徴マップに、重みフィルタを畳み込み、新たな特徴マップを得る。そして、2 層目で得た特徴マップを特徴ベクトルに変換し、全結合層に与える。出力層で、各レーザ ID に対する歩行者と背景の確率を出力する。全方位の歩行者を検出するために、着目する領域を走査して、歩行者と背景を繰り返し識別する。

2.3. 3 次元点群に変換・クラスタリング

1D-CNN により得られた歩行者検出結果と、LIDAR の距離情報を用いて 3 次元点群データに変換する。距離情報

を 3 次元点群に変換するときに、3 次元点群に歩行者と背景のラベリングを行う。歩行者としてラベリングされた 3 次元点群に対して、クラスタリング処理を行う。クラスタリング処理を行うことで、歩行者付近の誤検出された 3 次元点群を取り除くことができる。

3. 評価実験

1D-CNN による歩行者検出の有効性を調査するために評価実験を行う。本実験では、独自に撮影した室内のデータセットを使用する。学習には、歩行者サンプル 1373 枚、背景サンプル 4248 枚を用いる。評価には歩行者が 1 人存在するデータを 1497 フレーム用いる。1D-CNN に入力する領域は 16×35 である。

3.1. 実験結果

提案手法の評価結果を図 3 に示す。比較手法として、文献 [1] の手法もあわせて示す。1 フレームあたりの誤検出が 0.1 の場合、検出率が約 86% である。室内の場合では、文献 [1] の手法より約 10% 向上した。

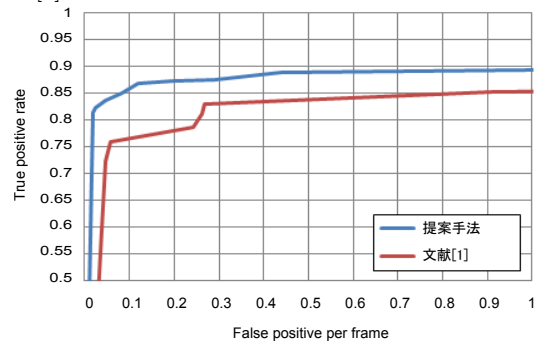


図 3: 提案手法の評価結果

図 4 と図 5 に、提案手法で歩行者として検出した結果と誤検出・未検出が発生した結果を、3 次元点群データに変換した例で示す。1D-CNN による歩行者検出結果はオレンジ色でラベリングし、クラスタリングした結果を紫色で表している。誤検出・未検出の例から、段差や歩行者の背後の壁、歩行者が壁付近に存在する場合や LIDAR から遠い場合に生じている。

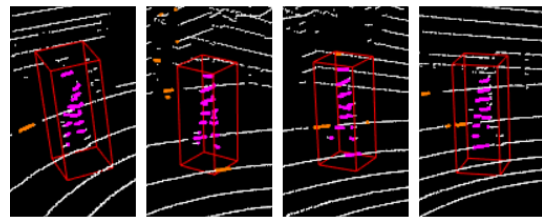


図 4: 検出成功の例

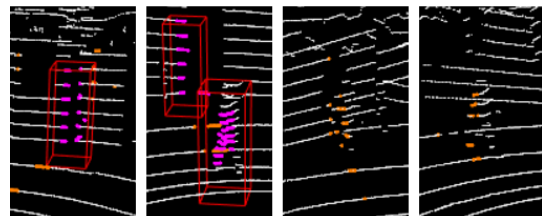


図 5: 誤検出・未検出の例

4. おわりに

本研究では、距離値の 1 次元波形データを入力とする、1D-CNN とクラスタリングによる歩行者検出の手法を提案した。今後は、屋外での実験、1D-CNN の有効なネットワーク構造の検討を行い、更なる検出精度の向上を目標とする。

参考文献

- [1] K. Kidono, *et al.*, "Pedestrian Recognition Using High-definition LIDAR", IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.405-410, 2011.