

1. はじめに

近年、移動ロボットや自律走行車にレーザレーダを搭載し、計測した距離情報から人領域を検出する研究が取り組まれている。高性能レーザレーダである Velodyne HDL-64E(図 1(以下 Velodyne)) を用いた人検出法 [1] では、人領域を分割したパーツごとに識別器を作成して人検出を実現している。しかし、人までの距離が 10m 以上になると、パーツの識別精度が低下するため、人検出が困難になるという問題がある。そこで、本研究では、人の距離に応じた 3 次元人体モデルの平均形状フィルタを作成し、学習を必要としない、フィルタ処理による人検出法を提案する。

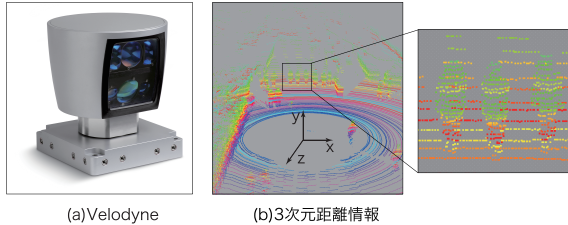


図 1：Velodyne と 3 次元距離情報

2. 三次元人体形状フィルタを用いた人検出

本研究に用いる Velodyne は、64 本のレーザを垂直方向 26.8 度に照射して、最大測定距離 120m、周囲 360 度の距離情報をリアルタイムに計測できる。Velodyne により実空間をスキャンすることで、Velodyne を原点とした x , y , z の三次元情報を取得することができる。本研究では、Velodyne を用いて計測した周囲 360 度の距離情報から三次元人体モデルを用いたフィルタリング処理により人検出を実現する。

2.1. 三次元形状フィルタの作成

本研究では、人体形状フィルタを作成するために、Velodyne と同様の距離情報が取得できる Velodyne シミュレータを作成した。シミュレータは高さ $y=0$ 平面上に人体モデルを配置し、人体モデル間の距離情報を取得することができる。取得した距離情報を利用して人体形状フィルタを作成する(図 2)。

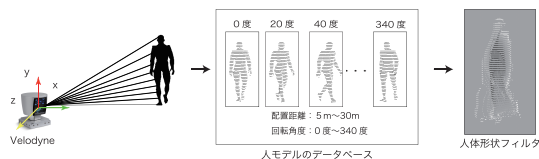


図 2：フィルタの生成

人体形状フィルタは、三次元人体モデルをシミュレータ上の z 軸に対して 5m ~ 30m まで 1m ずつ移動させ、各距離ごとに人の向きを 0 ~ 360 度まで 20 度ずつ回転させ、距離情報の平均とする(図 3)。

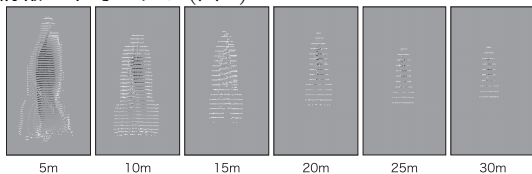


図 3：人体形状フィルタの例

2.2. 人体形状フィルタを用いた人検出の流れ

人体形状フィルタを利用した検出の流れを以下のステップと図 4 に示す。

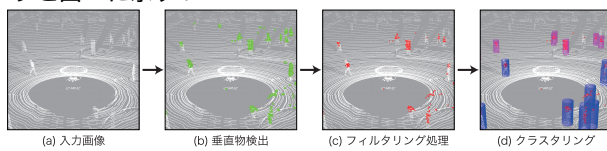


図 4：人検出の流れ

Step1 ある領域に計測した点の高さ y の分散 s^2 を (1) 式より算出 (図 4(b))。

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2 \quad (1)$$

Step2 Step1 より算出した分散値 s^2 が閾値より大きければ垂直物として判定 (図 4(b))。

Step3 Step2 より垂直物と判定された計測点の 3 次元距離情報に基づいたフィルタの選択 (図 4(c))。

Step4 フィルタと実データの 3 次元情報のユークリッド距離を閾値判定することで人形状の物体を判別 (図 4(c))。

Step5 人形状と判別された 3 次元情報を Mean-Shift よりクラスタリングすることで人を検出 (図 4(d))。

3. 評価実験

データベースには、Velodyne を車に搭載し、中部大学内を走行してシーケンスを撮影したものをを用いる。データベースに対して、提案手法により人検出を行い、提案手法の人検出精度の評価を行う。

表 1 に提案手法による人検出率を示す。提案手法は、評価用データベース内の 115 人を対象に人検出をした場合に、検出率約 78.9%、誤検出率は約 36.5%の精度であった。また、従来法 [1] では、10m 以上の離れた人に対する検出は困難であるのに対し、提案手法では、約 68.0%での検出率を得た。図 5 に提案手法による人検出例を示す。検出例より、広範囲にわたる人検出が可能であることがわかる。

表 1：検出精度比較

	真値 [人]	検出数 [人]	誤検出数 [人]	検出率 [%]
10m 以内	40	35	14	87.5
10m 以上	75	51	28	68.0
合計	115	86	42	74.8

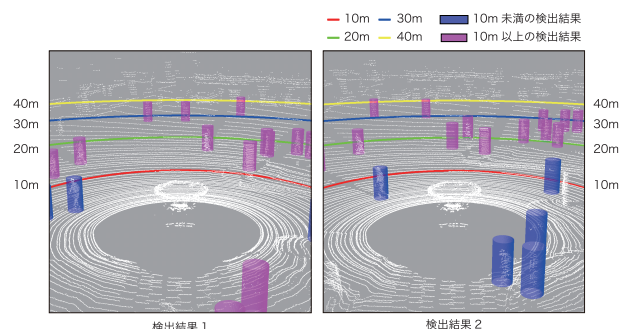


図 5：検出結果

提案手法の各処理時間は、垂直物判定が 1.0[s]、フィルタリング処理が 18.3[s]、クラスタリングが 3.7[s] であり、1 フレームあたりの処理が 23.0[s] であった。フィルタリング処理は、垂直物と判定された領域内の全ての点に対してフィルタリングを行うため処理時間を要している。

4. おわりに

本研究では、Velodyne より得られる 3 次元の情報を用いたフィルタリング処理による人検出法を提案した。評価実験の結果、提案手法は、広範囲での人検出が可能であることを確認した。今後は、処理速度の高速化とひと検出精度の高精度化を検討する。

参考文献

- [1] Spinello, L. et al., "A Layered Approach to People Detection in 3D Range Data " AAAI , Vol. 55, pp. 1625-1630 2010.
- [2] 宮坂健夫 ら, " 高解像度レーザレーダを用いた走行環境における移動物の追跡と識別 ", VIEWS2010 ビジョン技術の実利用ワークショップ講演論文集, pp.205-210 2010