

## 2D-LiDAR による人物検知手法の提案

永井 悠人<sup>†</sup> 澤野 雄哉<sup>‡</sup> 寺島 美昭\* 鈴木 孝幸<sup>‡</sup> 清原 良三<sup>‡</sup>神奈川工科大学大学院<sup>†</sup> 神奈川工科大学<sup>‡</sup> 創価大学\*

## 1. はじめに

施設による犯罪対策として様々な警備, 対策手法がある. その中でも不審人物, 不審物の抑止力として監視カメラを設置し, 警備員が状況を確認するという手法が一般的である.

施設の希望に応じた警備員の配置が必要となるが, 規模が大きくなるにつれてその人数を増加させることが必要で, その分費用も増加する. しかし近年, 警備員の人材不足や費用増加が問題となっており, 警備員の負担が増加している.

人材不足の解消策として, 自律走行警備ロボットの導入が様々な企業で進められている[1]. しかし, 様々な高性能センサを搭載することで, 高額になり安易に導入することが不可能である. そこで, 安価に入手することのできる 2D-LiDAR, BLE, GNSS を組み合わせることで不審者の検出を行い警備員の巡回業務を代替することで上記の問題を解決する手法を提案する. 本論文では 2D-LiDAR から得られる情報に画像認識技術を適用し, 人間を検知可能であるかを検討する.

## 2. 関連研究

文献[2]は LiDAR を用いた形状的特徴による人認識についての研究である. 3D-LiDAR で取得した 3 次元データに対してクラスタリングを行い, その中でも立体物に対して特徴点抽出を行い実時間性の高い人認識を行う. 更に, 得られた形状的特徴に対して SVM を用いて評価を行うことでより高精度な人認識を行い結果として人として認識された対象物体を候補に追跡することが可能であるとしている. 3D-LiDAR を利用しているため費用の増加やデータ量の増加が考えられるため, 本論文ではこれらを削減することのできる 2D-LiDAR での人の検知手法を提案する.

近年, スマートフォンは広く普及し学生証や社員証がアプリケーションとして管理されている場合も増加している. そこで, 警備ロボットとアプリケーション間で BLE 通信を行う機能を実装することで通信圏内にいる人間を検出するこ

とができる. しかし, 不審人物はアプリケーションをインストールしていなく BLE 通信を利用した検知は困難である. この特徴を利用して人を検知できれば不審者かどうかを判定できる手法をすでに先行研究として提案しており[3], 本論文では人の発見手法に関して述べる.

## 4. 提案手法

LiDAR はカメラのように光度の影響を受けづらいため夜間における人間や物体を検出することに適している. 2D-LiDAR は比較的安価であり, データ量も少なく高速処理に向いている. しかし, データ量の少なさから個々の特徴を抽出することが困難になるため, 2D-LiDAR の認識精度の調査を行いその結果から人間を認識するために必要な手法の検討を行った.

## 4-1. 2D-LiDAR による物体検出

2D-LiDAR を利用し, 人間, 木, 柱のデータを取得した. 人間は体系の異なる成人男性 2 人を正面から. 木は幅 53cm で計測部分に小さな枝はない. 柱は大型建築物の柱であり幅 90cm である. また, LiDAR の高さは地面から 50cm の高さで計測を行った. 人間の計測位置が地面から約 50cm の場合観測部位は, 膝辺りとなる.

検出された人間の情報は大きな特徴は無く, また, 取得距離は違うものの LiDAR に対して両者とも正面を向いているが, 取得された情報には類似性はない. そこで, 取得される情報に人間らしさが検出される高さの検討を行った.

## 4-2. 2D-LiDAR による人の検出

2D-LiDAR の高さを変更しながら人間の情報を取得し続けた結果, 地上から約 90cm で取得される情報が他の物体と明確な差が生まれたためこの高さが不審者として侵入する成人を検知するのに実験環境でかつ適用想定場所である神奈川工科大学構内では適している. LiDAR からの距離は 2m で正面から取得を行った (図 1, 図 2).

90cm は殆どの成人の腰ほどの位置となり, 腰, 腕が情報の対象になっている. これにより, 取得される情報は”凸”の様な形になった. これは, 人間と大きさや形の似ている木や柱などとの相違点でありこの特徴から人間を検出できる.

また, 側面から取得した場合は”く”の字に見えることが多い. さらに, 歩行する際左右で手を振る際両端に腕が振られている動作を確認

Person Detection Method by 2D-LiDAR  
YUTO NAGAI<sup>†</sup>, YUYA SAWANO<sup>‡</sup>, YOSHIAKI TERASHIMA\*, TAKAYUKI SUZUKI<sup>‡</sup>, RYOZO KIYOHARA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Kanagawa Institute of Technology

<sup>‡</sup> Kanagawa Institute of Technology

\* Soka University

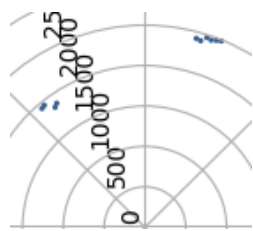


図 1. 人間を計測した場合(2名)

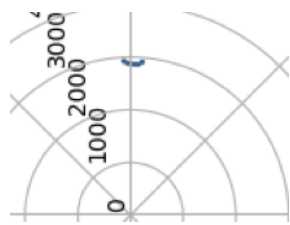


図 2. 木を計測した場合

することができた。背面から取得した場合は、正面から取得した時同様“凸”の様に見える。これらのことから“く”の字と“凸”の字という点を特徴とすることで 2D-LiDAR で人間を検知することが可能である。

#### 4-3. 人間の検知方法

人間の目で人間だと判断できるという点から人間の特徴を持つ情報を画像として扱いこれを基にカスケード分類機を作成し、LiDAR から得られる情報を一定間隔で画像として保存しその画像を利用し人間を検出する。これにより自動かつ精度良く 2D-LiDAR で人間を検出することが可能になると想定した。

#### 5. 実験

2D-LiDAR にて 1~5m の範囲で取得した情報を画像として扱い正解画像 92 枚、不正解画像 103 枚を利用し Haar-like, HOG, LBP アルゴリズムを用いてカスケードの作成を行なった。このカスケードを利用し人間の識別が可能であるか検証を行なった。図 3 では①は人間であるが②は人間ではない。図 4 には人間が存在しないが人間程の大きさの点集合の部分人間と誤認識している。

Haar-like および HOG を利用した場合再現率は 75%であり人間を検知することは可能であったが、全体正解率は 30~40%前後と誤認識を多くしている(図 5)。誤認識が多い場合警備員の負担が増加することが考えられるためより正確な人間の検知を行う必要がある。

#### 6. まとめと今後の課題

2D-LiDAR から得た情報を画像として扱いカスケード分類器を作成し人間を検知できるか検証を行なった。価格が安価である点や取得する情報の少なさからデータ量を削減することができるメリットがあるが、情報が少ないために画像

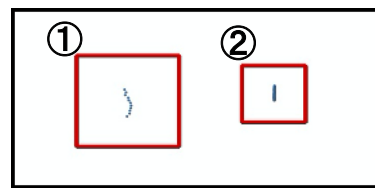


図 3. 人間が存在する場面での認識

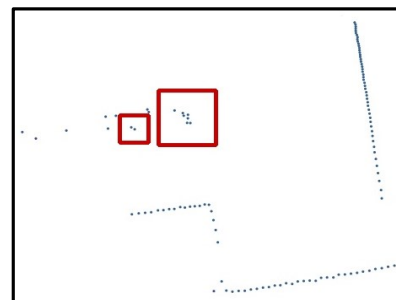


図 4. 人間が存在しない場面での認識

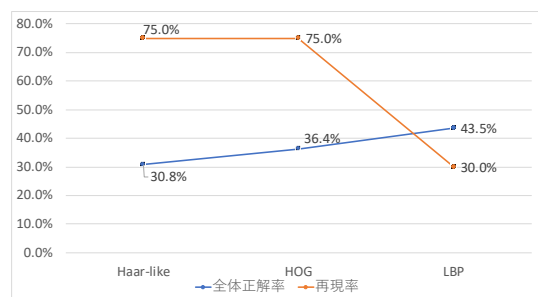


図 5. 各アルゴリズムにおける人間検知率

による人間の検知は困難である。

今後、2D-LiDAR から取得できる距離情報や幅などを利用し点群情報を直接学習させることで人間の検知精度を向上させることが可能だと想定する。また、ロボットは移動可能なため様々な角度から得られた情報を連続的に学習させることにより更に精度を向上させることが可能である。

#### 参考文献

- [1]成田空港 第3ターミナルへの最新型警備ロボット導入による更なる館内警備の強化 [https://www.naa.jp/jp/20200123-keibirobot.pdf?fbclid=IwAR1t1SjN03N16NfAf\\_b6J3146YbylyYmKkAFxPrGRYyiaeAG8LZP-KqFM1Y<2020/5/28 accessed>](https://www.naa.jp/jp/20200123-keibirobot.pdf?fbclid=IwAR1t1SjN03N16NfAf_b6J3146YbylyYmKkAFxPrGRYyiaeAG8LZP-KqFM1Y<2020/5/28 accessed>)
- [2]横田隆之, 黒田洋司: 「LIDAR を用いた形状的特徴による人認識」ロボティクス・メカトロニクス講演会演習概要集 3P1-K04(2014)
- [3]永井悠人, 澤野雄哉, 鈴木孝幸, 清原良三: 「ロボットによる構内巡回時の不審者判定手法」情報処理学会研究報告 MBL-96 No5 (2020)