

警備ロボット向け 2D-LiDAR による人物認識手法

渡辺 拓哉[†]
神奈川工科大学大学院[†]堀井 裕志[‡]
神奈川工科大学[‡]望月 通貴[§]
神奈川工科大学[§]寺島 美昭[¶]
創価大学[¶]清原 良三^{||}
神奈川工科大学^{||}

1 背景

警備業界では、社会問題である高齢化と人員不足が大きな課題となっている。誰でも出入りできるオープンなエリアでは、昼間は学生や教職員など人が多いため、警備員が厳重に巡回する必要はないが、夜間時は人が少ないため、警備員が厳重に巡回する必要がある。本学では、高齢者が認知症などによって、悪意なく侵入する事例が年に数回発生している。このような事例を防ぐために防犯カメラが設置されているが、死角が生じるため警備員の巡回が必要である。人手不足を解消するために、警備ロボットの研究・開発が進められているが、高価なセンサを用いており、導入が難しい。そこで、今回はコスト削減に焦点を当て、安価なセンサで静止している人物を判定する手法を提案する。

2 関連研究

LiDAR を用いて周辺環境を認識するシステムが研究されている [1]。これは、自動運転における周辺環境認識システムを構築し、人物の認識を 50ms 以内に完了することを目的として、3D-LiDAR を用いて人物の認識を行っている。3D-LiDAR を用いることで、オブジェクトの形状の把握がしやすく、より遠くまで測定できる反面、センサ自体が高価であり導入にコストがかかる。さらに、取得する点群情報が多いため、処理にはより高性能なコンピュータが要求される。2D-LiDAR を用いて人間を追従するシステムが研究されている [2]。この研究では、2D-LiDAR で周囲の状況を把握しながら、動いている人物を判定している。しかし、LiDAR と人間がどちらも動い

ている状態で追従しており、立ち止まっている状態の間までは追従されていない。このように、LiDAR を用いて人物を検出・追従しているシステムは多く研究されているが、立ち止まっている人間を人間と判別する研究は行われていない。そこで、本研究では 2D-LiDAR を用いて立ち止まっている人物を判定する手法を提案する。

3 提案手法

本研究で焦点を当てる人物像は、構内に悪意なく迷い込んだ人物である。悪意なく迷い込む人物像として、高齢者の認知症によるものが多い。認知症になる割合は、表 1 より、65 歳以上が 16%、80 歳以上が約 40% とされている [3]。また、60 歳以上の平均身長は表 2 より、150~170cm である。

そこで、本研究では 150~170cm の人物に焦点を当てる。人間の体は、頭・胴と腕・足という形状でできており、今回は胴と腕・足の特徴量に着目する。LiDAR を設置する高さは、95cm と 40cm とする。LiDAR を設置する高さが固定できる理由として、人間ごとに身長が異なっても、胴と腕・足という同じ形状を取得できるためである。

4 実験

2D-LiDAR で取得した点群情報を PointNet[4] に入力して、人物判定の検証を行う。

2D-LiDAR では x,y 座標しか取得できないため、PointNet に入力するときに、実際に取得した高さ 95cm と 40cm を z 座標として与え、3 次元点群を作成する。PointNet には、人間の胴体の形状に似た木を用いた。作成した 3 次元点群を図 1 に

表 1 年齢別認知症の割合

年齢 (歳)	割合 (%)	
	男	女
65	16	
80	35	44
95	51	84

表 2 年齢別の身長

年齢 (歳)	身長 (cm)	
	男	女
50~	169.9	156.9
60~	167.4	154.0
70~	163.1	149.4
80~	161.1	146.6

Human Detection method using 2D-LiDAR for Security

[†] Takuya Watanabe, Graduate School of Kanagawa Institute of Technology[‡] Masayuki Horii, Kanagawa Institute of Technology[§] Haruki Motiduki, Kanagawa Institute of Technology[¶] Yoshiaki Terasima, Souka University^{||} Ryozyo Kiyohara, Kanagawa Institute of Technology

示す．これらの点群情報を用いて PointNet で学習を行い，分類モデルを作成した．評価に使用した点群情報を図2に示す．評価した結果を図3に示す．

横軸はエポック数を表している．縦軸は精度を表している．青い線は精度，赤い線は損失関数を表している．100 エポック以降，高い精度で安定していることより，木と人間は分類が可能であることが分かった．次に腕を上げている状態や，腕を組んでいる状態で評価した．それぞれの点群を図4，図5に示す．分類に用いた他オブジェクトは木とした．評価結果を図6，図7に示す．腕を上げている状態の結果より，胴体の丸い形状が木と似ていることから，評価をし始めた部分は精度が低いものに対して，評価の回数を増やしていくと精度が安定していることが確認できる．これは，足の棒2本の形状が木と分類ができたためと考えられる．また，腕を組んでいる状態の結果より，腕を挙げている状態の結果と比べ，評価の回数を

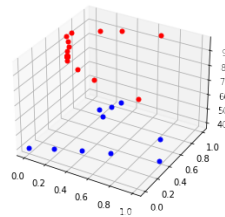


図4 腕を上げている状態

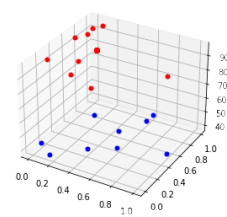


図5 腕を組んでいる状態

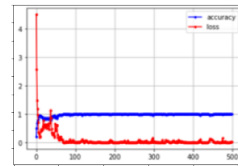


図6 腕を上げている状態の評価

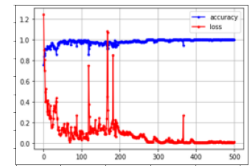


図7 腕を組んでいる状態の評価

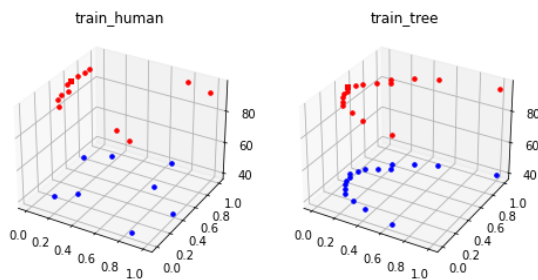


図1 学習に使用した3次元点群

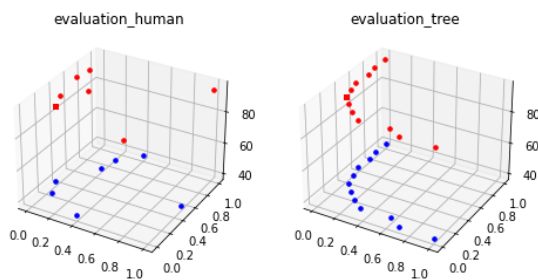


図2 評価に使用した3次元点群



図3 評価した結果

重ねても精度が安定していないことがわかる．これは，腕の形状が人間と木どちらにも見えず，分類が難しいためと考えられる．

5 まとめ

今回は，警備ロボットの導入に着目し，コスト削減のために，安価なセンサを用いて人物を判定する手法を提案した．人間の胴体の丸い形状に似ているオブジェクトとして木を用いて，人間と判別が可能か検証を行った．結果として，判別が可能であった．しかし，腕を上げている状態や腕を組んでいる状態の評価では，精度が良くなかったため，様々なモデルを作成する必要がある．

参考文献

- [1] 徳留 成亮, 鮎川 秀平, 二宮 瞬, 榎田 修一, 西田 健, ”自動運転のための LiDAR を用いた周辺環境認識システムの開発,” 第33回ファジィシステムシンポジウム講演論文集 (FSS2017 山形大学)
- [2] 竹之内 康希, 田村 仁, LiDAR を用いた対人追従システム, 情報処理学会第82回全国大会, 5ZE-07
- [3] [https://www.tmghig.jp/research/topics/201703-3382/#](https://www.tmghig.jp/research/topics/201703-3382/#;), 認知症と共に暮らせる社会をつくる
- [4] PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation arXiv:162.00593v2 [cs.CV] 10 April 2017