

L-1

## 77GHz 帯 FMCW-MIMO レーダを用いた自転車歩行者道における歩行者分離に関する一検討 -障害物の相対速度分布から付帯設備と歩行者を分離する方法-

### Examination of pedestrian separation on bicycle pedestrian road using 77GHz mm-wave MIMO radar How to separate road obstacles and pedestrians from the relative velocity distribution of obstacles

○平井寿幸<sup>1</sup>, 入江泰生<sup>1</sup>, 胡堯坤<sup>1</sup>, 戸田健<sup>2</sup>  
\*Hirai Kazuyuki<sup>1</sup>, Taiki Irie<sup>1</sup>, Yaokun Hu<sup>1</sup>, Takeshi Toda<sup>2</sup>

Abstract: In this study, we used a 77GHz FMCW-MIMO radar, and a running experiment was conducted on a narrow bicycle pedestrian road equipped with many road obstacles such as guardrails and signs. Then, we tried to detect and separate road obstacles and pedestrians. We also examined an algorithm that extracts only pedestrians from the speed distribution of the object.

#### 1. はじめに

近年、自転車運転支援のための車載ミリ波レーダの実用化や研究がされている。また、東京都の「自転車活用推進計画」によりシェアサイクルの普及や通勤通学時の利活用が増加している<sup>[1]</sup>。その一方で自転車による対人事故が多く発生している。自転車対人事故では自動車同様、多大な損害賠償が科せられることも少なくない。そのため自転車走行時では予め歩行者を検出し、運転者に知らせることが重要である。

本研究では、77 GHz 帯ミリ波レーダを用いて、自転車歩行者道における付帯設備及び歩行者の検出と障害物の相対速度分布から付帯設備と歩行者の分離について検討したので報告する。

#### 2. 実験システム諸元

レーダは 77 GHz 帯 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave)方式の MIMO レーダモジュールを用いた。アンテナの水平及び垂直方向の半値角は $\pm 35^\circ$ 及び $\pm 4^\circ$ である。キャリア周波数 $f_c$ を 77.05 GHz, 帯域幅  $B$ を 614.38 MHz, チャープのスロープ  $slope$ を 29.92 MHz/ $\mu$ sとし, ADCによりサンプリングした IF 信号を用いて, 3D-FFT 処理を行い, 対象物の距離  $R$ , 相対速度  $V_r$ , 垂直方向の角度  $\theta$ を算出した (図 1 参照)<sup>[2][3]</sup>。

#### 3. 実験方法

図 2 に実験システムの構成を示す。台車の前方に動画撮影用カメラとレーダモジュールを取り付けた三脚, 台にデータ取得用のノート PC を固定した。台車は速度を維持したまま走行し, 歩行者はレーダに向かって歩行し, レーダの直前で停止した。

#### 4. 結果および考察

図 3 と図 4 は, 走行し始めてから約 8 秒後の走行環境と検出された障害物の位置を示す。図 5 は障害物の相対速度 vs. 距離 vs. 受信信号, 図 6 は障害物の相対

速度分布を示している。受信信号の大きい順に①~⑩を振り分けた。

図 4 と図 5 では, 付帯設備及び歩行者を検出することができた。付帯設備は動かないため, 相対速度はマイナス方向に群になる事が考えられる。図 5 と図 6 では多少のばらつきはあったが, 約  $-0.7$  m/sの範囲で付帯設備の相対速度が見られた。また, 歩行者はその群よりもマイナスの方向約  $-1.5$  m/sに相対速度が分布した。

以上のことから, 図 5, 図 6 の相対速度分布から付帯設備と歩行者の分離することができた。

#### 5. まとめと今後

本研究では, 自転車歩行者道における付帯設備及び歩行者の検出と相対速度分布から付帯設備と歩行者の分離を目的に, 77 GHz 帯 FMCW-MIMO レーダを用いて走行実験を行い, 付帯設備及び歩行者の検出をした。また, 相対速度分布から付帯設備と歩行者を分離することができた。

今後は, 運転者に歩行者の存在を事前に知らせるシステムと自転車走行時における付帯設備及び歩行者の検出精度の向上を検討する予定である。

#### 6. 参考文献

- [1] 東京都都市整備局, “東京都自転車活用推進計画”, 2019
- [2] Taiki Irie, Yaokun Hu and Takeshi Toda, “An Effect of Coherent Integration Method on Pedestrian Detection in Urban-Narrow Bicycle-Pedestrian-Road with 77GHz FMCW Radar”, 2020 ICETC
- [3] Kazuyuki Hirai, Taiki Irie, Yaokun Hu and Takeshi Toda, “An Experiment Study of Detection of Road Obstacles and Pedestrians on Urban-Narrow Bicycle-Pedestrian Road with 77 GHz FMCW Radar”, 2020 ICETC

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

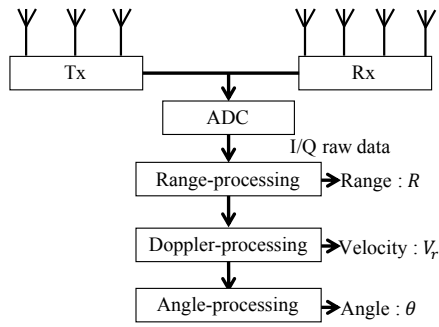


図1 レーダシステムと信号のフロー

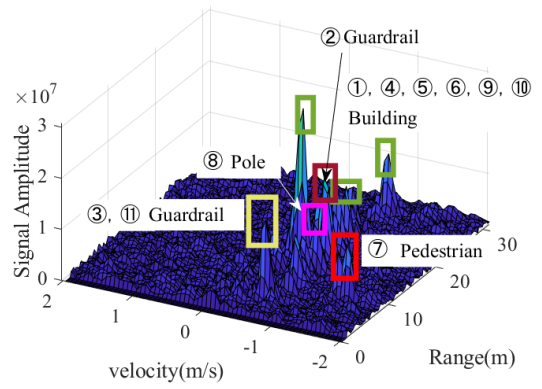


図5 障害物の相対速度 vs. 距離 vs. 受信信号

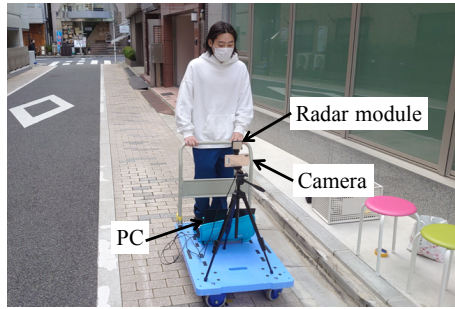


図2 実験システム

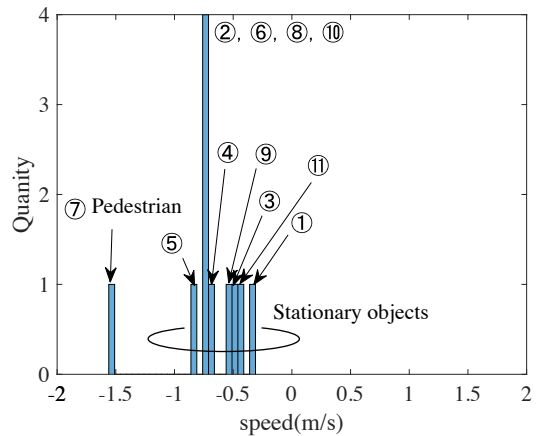


図6 相対速度分布 (m/s)

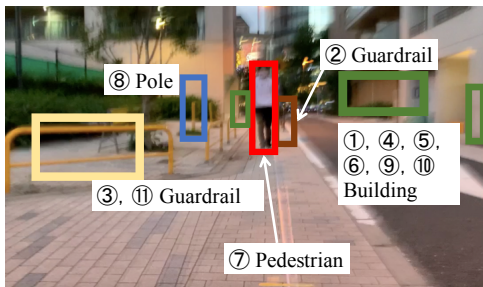


図3 実験風景

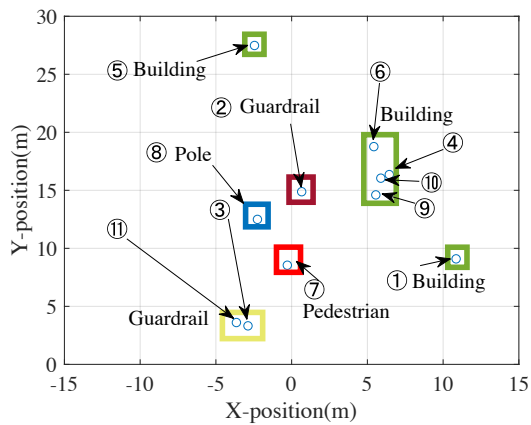


図4 障害物の検出結果