

# 安全運転支援システムへの適用を想定した 2周波 ICW 方式レーダによる歩行者分離

A separation of pedestrians by 2 Frequency Interrupted CW Radar for Driving Safety Support Systems

日原 健人<sup>†</sup>      稲葉 敬之<sup>†</sup>      小河 昇平<sup>††</sup>  
Kento Hihara      Takayuki Inaba      Shouhei Ogawa

<sup>†</sup>電気通信大学大学院 情報理工学研究所  
Graduate school of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

<sup>††</sup>住友電気工業株式会社  
Sumitomo Electric

## 1. まえがき

全天候対応路車協調型の安全運転支援システム開発において、電波を用いたレーダ技術の適用が注目されている。このシステムには、複数の車両や歩行者等の目標が存在する環境下において各目標を分離、検知することが要求されるが、従来方式である2周波CW方式では等速複数目標の分離が困難であるという原理的課題がある。そこでその課題を解決する手段として、当研究室では安全運転支援システムへの2周波ICW(Interrupted CW)方式の適用を提案し、複数の車両が存在する環境下においてその有効性を実験的に検証した[1]。安全運転支援システムの一環である横断歩道を歩行する複数の人物を分離、検知することを想定した場合、一般に歩行者は車両に比べてRCS(レーダ反射面積)が小さく分離、検知することが難しい。そこで本稿では2周波ICW方式により、歩行者分離を目的に実施した実験とその結果について報告し、本方式が複数の車両だけでなく、複数の歩行者に対しても有効であることを明らかにする。



図3(a) 実験環境

図3(b) 実験風景

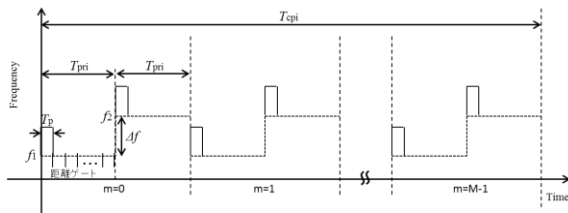


図1 送信シーケンス図

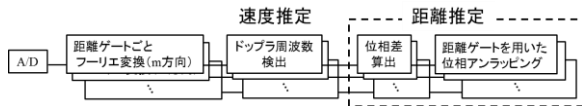


図2 信号処理ブロック図

## 2. 2周波 ICW方式

2周波ICW方式は、図1に示す送信シーケンスのように従来方式である2周波CW方式の送信波をパルス化し、パルス幅に相当する距離ゲートを形成した方式である。信号が時分割り周波数が $\Delta f$ 離れた2つの周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の正弦波を、それぞれパルス繰り返し間隔 $T_{pri}$ 毎に $M$ 回繰り返し送信する。これを、1観測時間 $T_{cpi}$ 内において $M$ 回繰り返す。

次に信号処理ブロック図を図2に示す。受信波は各周波数区間で $f_1$ 、 $f_2$ とミキシングされベースバンド信号となり、A/D変換器によりサンプリングされデジタルデータとなる。ベースバンド信号を距離ゲートごとに $m$ 方向フーリエ変換し、各距離ゲートについて得られるスペクトルのピークが閾値を超える周波数を検出し、その周波数からドップラー周波数(すなわち目標との相対速度 $v$ )を得る。また、検出された各周波数に対する $f_1$ 、 $f_2$ の位相差から距離を推定し、距離ゲートによる補正をすることで目標距離を推定する。

## 3. 実験的検証

図3(a)の実験環境の下、2周波CW方式及び2周波ICW方式を用いてレーダ装置(特定小電力無線局を満足している)RF部に向かって歩いてくる3人の歩行者の検知試験を実施した。実験風景を図3(b)に示す。

### 1) 目標条件

3人の人物がそれぞれ45、37.5、30mの位置からレーダRF部に向かって歩行する。その際、人物同士の間隔は一定となるようにした。

### 2) 2周波ICW方式のレーダパラメータ

- 送信周波数 $f_0$ : 24.15 GHz
- パルス繰り返し間隔 $T_{pri}$ : 0.6  $\mu$ s(最大速度視野: 9317 km/h, 最大距離視野: 82.5 m)
- 周波数ステップ幅 $\Delta f$ : 20 MHz(位相による距離視野: 7.5 m)
- パルス幅 $T_p$ : 50 ns(距離ゲート幅: 7.5 m)
- A/D変換速度: 40 MHz
- 観測時間 $T_{cpi}$ : 100.8 ms(速度分解能: 0.22 km/h)
- アンテナビーム幅:  $\pm 30$ deg (アジマス),  $\pm 8$ deg (エレベーション)

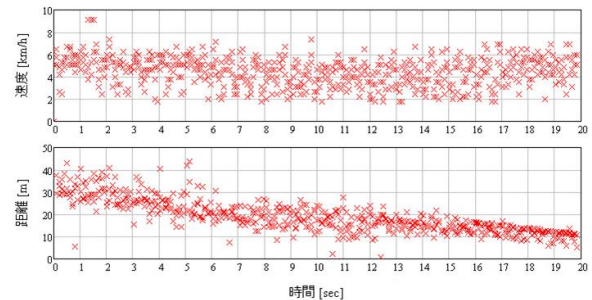


図4 2周波CW方式による実験結果

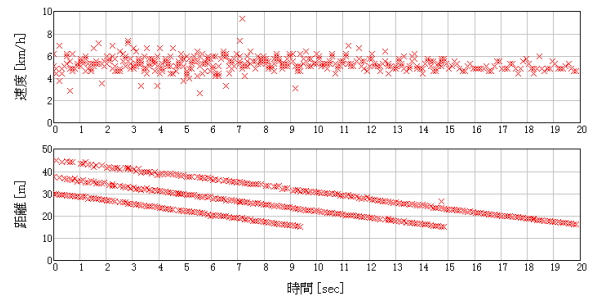


図5 2周波ICW方式による実験結果

2周波CW方式及び2周波ICW方式による実験結果をそれぞれ図4、図5に示す。歩行者はほぼ等速で移動するため、2周波CW方式では3人の人物の分離が出来ておらず、推定距離に大きなばらつきがある。その一方で、2周波ICW方式ではほぼ等速で移動する3人の人物に対して分離出来ており、それぞれおよそ45、37.5、30mの距離から検知している。以上のことから、2周波ICW方式が複数の歩行者に対しても有効であることを実験的に確認した。なお、推定速度については両方式ともばらついているが、これは人物の胴体の速度以外に手足の速度が含まれていることによる。

## 4. むすび

本稿では、歩行者分離を目的に実施した実験とその結果について報告した。実験結果より2周波ICW方式では、ほぼ等速で移動する3人の歩行者を分離、検知していることを確認し、本方式が複数の車両のみならず、複数の歩行者に対しても有効であることを明らかにした。

### 参考文献

- [1] 神保郁夫, 稲葉敬之, 小河昇平 “2周波ICW方式レーダの安全運転支援システムへの適用検討”, 電子情報通信学会総合大会, Mar.2013