

24GHz 小型レーダの試作と人物運動計測実験

Experimental Production of 24GHz Compact Radar and Experiment of Human Walking Detection

中島 大輔 塚田 渉 一色 智裕 稲葉 敬之
 Daisuke Nakashima Wataru Tsukada Tomohiro Isshiki Takayuki Inaba

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

1. まえがき

侵入監視センサ, 交通流量計測, 踏切障害物検知, ホーム転落検出等において, エリア検知・データレート・直接速度計測が可能である近距離レーダの適用が期待されている. 今回, 2周波 CW 方式を採用した 24GHz 小型近距離レーダ (特定小電力無線局準拠) を試作し, 上記応用において基本となる人物の運動計測実験を実施した. 以下, 24GHz 小型レーダの概要を説明するとともに, 各種の歩行時の運動計測結果を示す.

2. 24GHz 小型レーダ

(1) レーダハードウェア

試作した 24GHz 小型レーダの外観及び寸法を図 1, 表 1 に示す. また, ブロック図を図 2 に示す. 本レーダ装置は, 2周波 CW または多周波 CW 変調波の送信が可能な高速周波数切換能力を有する PLO 部を備えることを特徴とする. また, モノパルスコンパレータによりアジマス・エレベーションの各差信号が生成され角度計測機能を備えている. 受信 Σ , $Az \Delta$, $Ei \Delta$ の各ベースバンド信号は A/D 変換され, リアルタイムで 2周波 CW 信号処理が実行される. またベースバンド信号および処理結果が記録保持される.

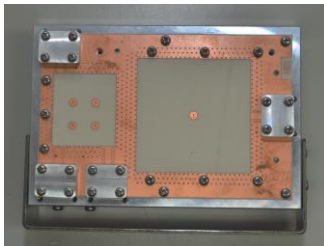


表 1 24GHz 小型レーダ寸法

幅	119[mm]
高さ	80[mm]
奥行き	25[mm]
重量	0.7[kg]

表 2 送受信アンテナ素子数

送信アンテナ	受信アンテナ
1素子	2×2素子

図 1 24GHz 小型レーダ外観

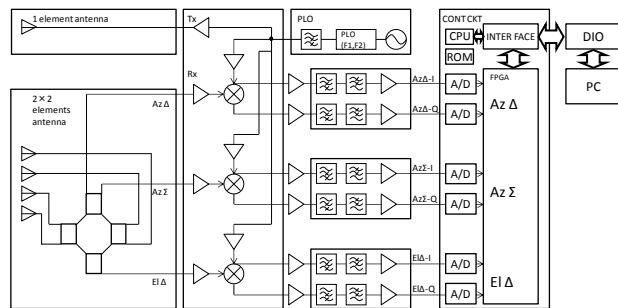


図 2 24GHz 小型レーダブロック図 (2周波 CW 送信時)

(2) 距離・速度検出処理

2周波 CW 方式は少しだけ離れた二つの周波数を用い, 2つの送信周波数に対する受信信号が持つドップラ周波数スペクトルの位相差から距離を求めるという原理に基づき, 狭い周波数帯域幅にて目標の距離・速度検出が可能である [1]. A/D 変換された各信号はリアルタイムまたはオフラインにて 2周波 CW 信号処理 (フーリエ変換+検出処理+距離・速度算出処理) が適用される. 検出処理は, CPI(Coherent Pulse Interval)毎に Σ 信号のフーリエ変換処理出力のしきい値処理を経て実施される.

(3) 角度検出処理

$Az \Delta$, $Ei \Delta$ の各信号も同様に, フーリエ変換を行い, Σ 信号で検知された周波数スペクトルに対し, モノパルス方式に基づき Δ/Σ の演算を行うことで角度情報を得る.

3. 人物運動計測実験

屋外にて各種歩行パターンでの人物運動計測実験を行った. 実験では, 以下のレーダパラメータを用いた.

- ・送信周波数: 24.15GHz
- ・周波数ステップ幅 (距離視野) : 10MHz (約 15m)
- ・サンプリング周波数: 20kHz
- ・周波数切換間隔 (最大速度視野) : 50 μ s (約 56km/h)
- ・観測時間 (速度分解能) : 102.4ms (約 0.22km/h)

運動計測結果の一例を図 3, 4 に示す. 図 3 で, \circ , \times はそれぞれ, レーダの前方に存在する人物が時計まわりに円状に移動した時 (\circ 印) と, 前進しながら V 字に移動した時 (\times 印) の相対速度推定値. また図 4 では, 同様に, 検出した距離・アジマス角度から直角座標に変換し x 座標, y 座標での計測結果を示している. なお図 4 での評価においては, イリーガルデータを除去するために簡易な追尾フィルタ処理を適用している.

今回の実験結果より, 特定小電力無線局準拠した小型のレーダにて, 距離・速度・角度の同時計測が可能であることが確認された. 今後は各応用に向けた信号処理の開発, ならびに詳細な精度評価を行う必要がある.

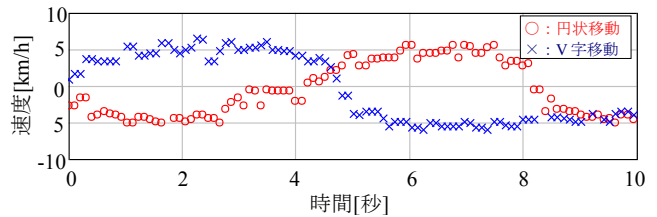


図 3 24GHz レーダ試作機からみた人物との相対速度

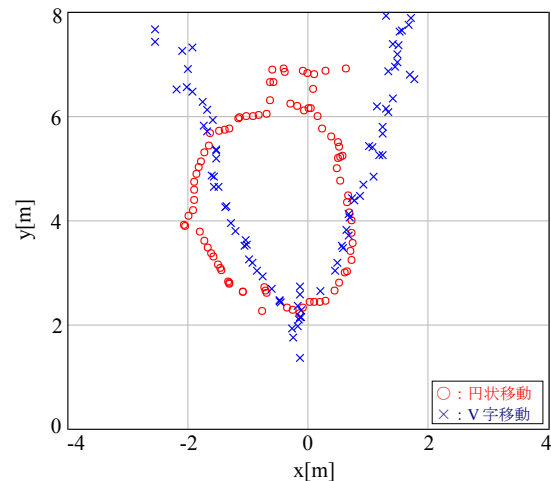


図 4 歩行人物計測結果

4. むすび

2周波 (または多周波) CW 方式を用いた 24GHz 特定小電力無線局に準拠した小型レーダを試作し, 屋外での人物の運動計測実験を実施した. 実験により検出対象となる人物の距離・速度・角度の同時計測が可能であることを確認した.

参考文献

- [1] 稲葉敬之, 平井俊之, “FMICW レーダにおける移動目標検出法,” 電子情報通信学会論文誌(B), vol.J88-B, No.4, pp.795-803, April 2005.