

基于同步脉冲的模式5信号个体识别方法

夏韶俊¹, 胡泽宾¹, 牛勤¹, 孔祥明月¹, 杨钟灵²

(1. 中国电子科技集团公司第三十八研究所, 安徽合肥 230088;

2. 中国人民解放军93145部队, 江苏南京 210000)

摘要: 敌我识别模式5信号采用Walsh软扩频、MSK调制等技术,提高信息容量和安全性的同时也使得对模式5信号的个体识别变得困难。针对这个问题,利用模式5信号同步脉冲码元固定的特点,提出两种针对模式5信号的个体识别方法:基于同步脉冲瞬时相位特征的个体识别方法和基于同步脉冲互相关特征的个体识别方法。仿真试验结果表明,在信噪比12 dB条件下,基于同步脉冲瞬时相位特征的个体识别方法正确率90.4%,基于同步脉冲互相关特征的个体识别方法正确率94.8%,且两种方法的性能都要优于传统个体识别方法。

关键词: 敌我识别模式5; 个体识别; 同步脉冲; 瞬时相位; 互相关

中图分类号: TN971

文献标志码: A

文章编号: 1672-2337(2025)05-0523-06

引用格式: 夏韶俊, 胡泽宾, 牛勤, 等. 基于同步脉冲的模式5信号个体识别方法[J]. 雷达科学与技术, 2025, 23(5):523-528.

XIA Shaojun, HU Zebin, NIU Qin, et al. Specific Emitter Identification for Mode 5 Signal Based on Synchronous Pulse[J]. Radar Science and Technology, 2025, 23(5):523-528.

Specific Emitter Identification for Mode 5 Signal Based on Synchronous Pulse

XIA Shaojun¹, HU Zebin¹, NIU Qin¹, KONG Xiangmingyue¹, YANG Zhongling²

(1. The 38th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Hefei 230088, China;

2. Unit 93145 of PLA, Nanjing 210000, China)

Abstract: Mode 5 signal used in the identification friend or foe (IFF) system adopts technologies such as Walsh soft spread spectrum and MSK modulation to improve the information capacity and security, while making specific emitter identification (SEI) of the Mode 5 signal difficult. To address this issue, two SEI methods for Mode 5 signal are proposed by using the fixed characteristics of synchronous pulse: SEI method based on the instantaneous phase features of synchronous pulses and SEI method based on the cross-correlation features of synchronous pulses. The simulation results show that under the condition of signal-to-noise ratio of 12 dB, the accuracy of the method based on the instantaneous phase feature is 90.4%, and the accuracy of the method based on the cross-correlation feature is 94.8%. The performance of both SEI methods proposed in this paper is better than the traditional ones.

Key words: IFF mode 5; specific emitter identification; synchronous pulse; instantaneous phase; cross-correlation

0 引言

目前 Mark 系列敌我识别系统 (Identification Friend or Foe, IFF) 应用非常广泛, 全新的 Mark XIIA 敌我识别系统在 Mark XII 敌我识别系统上进行了升级, 其最主要的特点便是增加了模式5技术。模式5信号采用RS编码、Walsh软扩频、MSK调制等技术, 提高了信息的安全性, 使得侦察设备对其截获

和解译变得困难^[1]。个体识别技术利用发射机细微指纹特征对辐射源个体进行识别, 因此将个体识别技术用在对 IFF 模式5信号的识别上, 有助于实现对 Mark XIIA 敌我识别系统的情报侦察。

个体识别技术可大致分为基于特征提取的方法和基于深度学习的方法^[2]。基于特征提取的方法首先提取信号个体特征, 然后利用分类器对辐射源个体进行分类识别。常用的个体特征包括瞬

态包络特征^[3]、频谱特征^[4]、星座图特征^[5]、极化特征^[6]等,常用的分类器包括支持向量机、决策树、近邻算法等。基于深度学习的方法,利用深度神经网络进行特征提取和个体分类,无需人工提取个体特征。文献[7]利用深度卷积神经网络对卫星通信信号进行个体识别,验证了在强多普勒环境下利用卷积神经网络进行卫星个体识别的有效性。文献[8]使用深度残差收缩网络,有效消除信号噪声,个体识别正确率提升明显。

IFF 模式 5 信号不同于传统通信或雷达信号,其是 MSK 调制短脉冲信号。针对 MSK 调制信号,文献[9]和[10]提出基于信息维数特征和平方谱特征的个体识别方法,但是只有在接收样本时间较长(20 ms)时才能获得较好的识别效果。文献[11]利用集成的深度神经网络对 MSK 调制电台进行个体识别,其对信号长度也有要求,实验中所用的信号长度大于 500 采样点。文献[12]提出了针对敌我识别系统的个体识别方法,所采用的多脉冲综合技术能显著提高识别正确率,但其只是将敌我识别信号当作普通雷达脉冲,并没有充分挖掘 IFF 模式 5 信号的特殊性。

目前对 IFF 模式 5 信号的研究多集中在对其检测^[13-14]和干扰^[15]上,而没有针对模式 5 信号的个体识别研究。本文从模式 5 信号自身的特殊性出发,利用模式 5 信号同步脉冲 MSK 调制码元固定的特点,提取同步脉冲瞬时相位特征和同步脉冲互相关特征用于对模式 5 信号的个体识别。

1 模式 5 信号简介

IFF 模式 5 询问信号由同步脉冲(P1~P4)、旁瓣抑制脉冲(L1~L2)和数据脉冲(D1~D11)组成^[1],如图 1 所示。模式 5 应答信号由同步脉冲和数据脉冲组成^[13],其中 level1 应答信号格式如图 2 所示。

询问和应答信号都采用 MSK 差分调制,码速率都是 16 MHz。同步脉冲都是 1 μs 脉宽,由固定的 16 比特二进制编码 a ($a=0111100010001001$),经过 MSK 差分调制后形成。因此模式 5 询问和应答信号都可以利用其同步脉冲的特点进行个体识别研究。

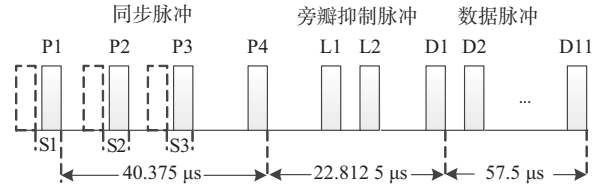


图1 模式5询问信号格式

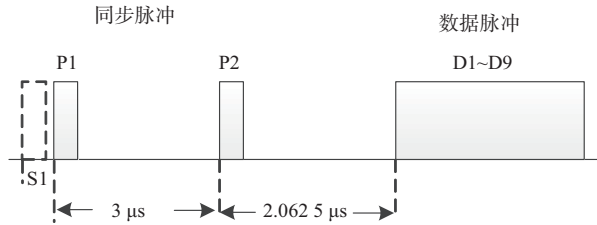


图2 模式5应答level1信号格式

2 基于同步脉冲的个体识别方法

2.1 同步脉冲检测

目前流行且有效的检测方法,就是利用同步脉冲编码固定的特性,采用互相关算法,检测同步脉冲^[13]。

接收到的理想同步脉冲信号可表示为

$$S_{pre}(t) = A \cos(2\pi f_c t + \varphi(t, a) + \varphi_0) \quad (1)$$

式中, A 是信号幅度, f_c 是载频, φ_0 是初相, $\varphi(t, a)$ 是 MSK 编码时变相位, 与码元 a 有关。

设置参考正交信号:

$$I_{ref}(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi(t, a)) \quad (2)$$

$$Q_{ref}(t) = \sin(2\pi f_c t + \varphi(t, a)) \quad (3)$$

式中, $\varphi(t, a)$ 与式(1)中的相同。

将接收信号 $S_{pre}(t)$ 与参考正交信号 $I_{ref}(t)$ 和 $Q_{ref}(t)$ 分别进行相乘再积分可得

$$I_{temp} = \frac{1}{T} \int_0^T S_{pre}(t) \cdot I_{ref}(t) dt = \frac{1}{2} A \cos(\varphi_0) \quad (4)$$

$$Q_{temp} = \frac{1}{T} \int_0^T S_{pre}(t) \cdot Q_{ref}(t) dt = -\frac{1}{2} A \sin(\varphi_0) \quad (5)$$

计算接收信号与参考信号互相关结果:

$$M_1 = (I_{temp})^2 + (Q_{temp})^2 = \frac{1}{4} A^2 \quad (6)$$

计算接收信号自相关结果:

$$M_2 = \frac{1}{T} \int_0^T [A \cos(2\pi f_c t + \varphi(t, a) + \varphi_0)]^2 dt = \frac{1}{2} A^2 \quad (7)$$

将互相关结果与自相关结果相除,去掉幅度 A 的影响:

$$R = \frac{M_1}{M_2} = \frac{1}{2} \quad (8)$$

最后,将 R 与设置好的门限相比较,若超过门限,则说明检测到同步脉冲。这种方法不仅能检测到同步脉冲,还能通过相关峰的位置精确定位同步脉冲的到达时间。

检测到同步脉冲后,就可以提取信号指纹特征用于个体识别。本文充分利用同步脉冲编码固定的特点,提出两种指纹特征提取算法:同步脉冲瞬时相位特征和互相关特征。

2.2 同步脉冲瞬时相位特征

同步脉冲经过数字下变频后获得正交基带离散信号:

$$I_{\text{pre}}(n) = A \cos(\varphi(n,a) + \varphi_0) \quad (9)$$

$$Q_{\text{pre}}(n) = A \sin(\varphi(n,a) + \varphi_0) \quad (10)$$

式中, n 为采样点($n = \{1, 2, \dots, N\}$, N 是一个同步脉冲总的采样点数),其他参数意义与式(1)相同。

提取离散信号的瞬时相位:

$$\varphi'_n = \arctan(I_{\text{pre}}(n)/Q_{\text{pre}}(n)) = \varphi(n,a) + \varphi_0 \quad (11)$$

为了消除初始相位 φ_0 的影响,仅保留有意义的部分,将每个采样点的相位减去第一个采样点的相位:

$$\varphi_n = \varphi'_n - \varphi'_1 = \varphi(n,a) - \varphi(1,a) \quad (12)$$

此时 $\varphi_1 = 0$ 。定义同步脉冲瞬时相位特征向量如下:

$$\varphi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N\} \quad (13)$$

如图3所示是两个不同敌我识别模式5辐射源的同步脉冲瞬时相位特征相量,每个辐射源取10个脉冲,不同辐射源用不同颜色区分。这两个

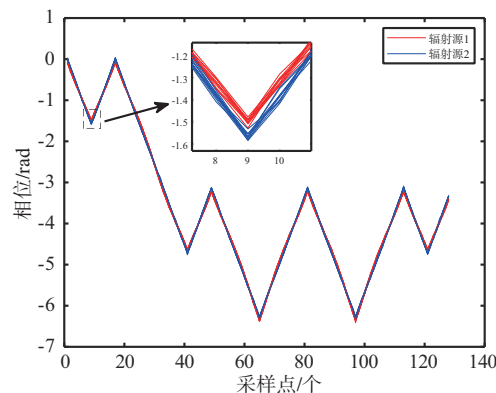


图3 不同辐射源瞬时相位特征比较

辐射源的参数设置见表1中的辐射源1和辐射源2,信噪比都是12 dB。可以看出,在有些地方红色线条(辐射源1)和蓝色线条(辐射源2)之间是能明确区分的,预示着同步脉冲瞬时相位特征可以应用于模式5辐射源个体识别。

2.3 同步脉冲互相关特征

设置参考复基带离散信号为

$$S_{\text{ref}}(n) = \cos(\varphi(n,a)) + j \sin(\varphi(n,a)) \quad (14)$$

接收信号的复数形式:

$$S_{\text{pre}}(n) = I_{\text{pre}}(n) + jQ_{\text{pre}}(n) \quad (15)$$

接收信号与参考信号的互相关结果如下:

$$R_k = \sum_{n=1}^N S_{\text{pre}}(n) \cdot S_{\text{ref}}^*(n-k) \quad (16)$$

式中, k 为时间滞后,取值为 $[-(N-1), N-1]$ 之间的整数; $*$ 表示共轭运算。

为了消除信号幅度 A 的影响,取 R_k 的幅度并作归一化处理:

$$C_k = \frac{|R_k| - \min(|R_k|)}{\max(|R_k|) - \min(|R_k|)} \quad (17)$$

式中, $|R_k|$ 表示 R_k 的模。

定义同步脉冲互相关特征向量如下:

$$C = \{C_{-(N-1)}, \dots, C_k, \dots, C_{N-1}\} \quad (18)$$

如图4所示是两个不同敌我识别模式5辐射源的归一化互相关特征相量。这两个辐射源的参数设置见表1中的辐射源1和辐射源2,信噪比都是12 dB。可以看出,在有些地方红色线条(辐射源1)和蓝色线条(辐射源2)之间是能明确区分的,预示着同步脉冲互相关特征可以应用于模式5辐射源个体识别。

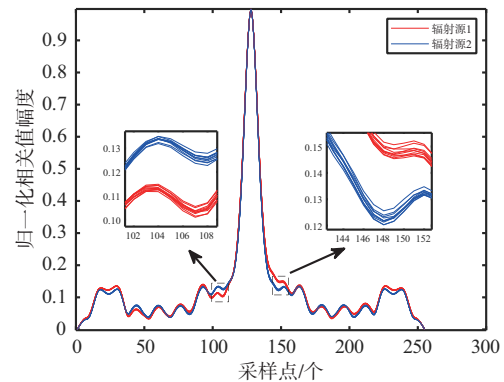


图4 不同辐射源与理想信号的互相关特征比较

表 1 不同辐射源参数设置

辐射源	Saleh 功放非线性参数				IQ 失衡	
	α_1	β_1	α_2	β_2	幅度	相位
1	2.16	1.15	4.00	9.10	-0.11 dB	-1.28°
2	1.96	0.99	2.53	2.82	0.28 dB	-0.61°
3	1.66	0.06	0.15	0.35	-0.31 dB	0.94°
4	2.06	1.05	19.09	9.00	0.11 dB	0.46°
5	1.33	0.34	5.45	12.99	-0.19 dB	0.25°

3 性能仿真验证

3.1 实验参数设置

由于最新的 Mark XII A 敌我识别装备尚未普及,导致难以采集并标注大量模式 5 信号用于个体识别研究。本文从辐射源射频指纹特征产生机理出发,通过模拟发射机通道畸变来产生不同的辐射源个体,这也是射频指纹研究中的常用手段^[5,16-17]。

本文通过 Matlab 模拟产生模式 5 同步脉冲基带信号:脉宽为 1 μ s,采样率为 64 MHz,二进制编码 $a=0111100010001001$ 经过 MSK 差分调制,每个码元 4 个采样点,一个脉冲共 64 个采样点。

类似文献[5]和[16],通过设置发射机功放非线性失真和 IQ 失衡参数,来模拟 5 个不同的辐射源个体。其中功放非线性失真采用 Saleh 模型,参数设置与文献[16]一致,如表 1 所示。

在同一信噪比条件下,为每个辐射源生成 1 000 个同步脉冲,提取脉冲的瞬时相位特征 φ 和互相关特征 C 。用这两种特征数据分别训练分类器,分类器采用支持向量机。特征数据按 70:15:15 的比例分为训练集、验证集和测试集,训练集和验证集用于训练分类器,测试集用于性能测试。

3.2 两种指纹特征的有效性测试

在信噪比 12 dB 条件下,分别测试瞬时相位特征和互相关特征的个体识别正确率。图 5 和图 6 分别给出这两种特征个体识别结果的混淆矩阵。瞬时相位特征个体识别平均正确率达 90.4%,互相关特征个体识别平均正确率达 94.8%。仿真试验结果说明基于瞬时相位特征和互相关特征的个体识别算法都是有效的,信噪比 12 dB 条件下识别正

确率都优于 90%。

可以看出基于互相关特征个体识别算法要优于基于瞬时相位特征个体识别算法。其原因通过比较图 3 和图 4 可以发现,不同辐射源的互相关特征的区分度比瞬时相位特征的区分度更大,更适合用于模式 5 信号的个体识别。

瞬时相位特征个体识别效果最差的是辐射源 5,正确率为 79.7%;互相关特征个体识别效果最差的是辐射源 3,正确率为 87.9%。说明瞬时相位特征和互相关特征具有一定的差异性,而不是完全同质的,可以进行优势互补。综合这两种特征的个体识别正确率如图 7 所示,特征综合后的个体识别正确率要优于单个特征的正确率,且每个辐射源的识别正确率都超过 90%。

1	150 20.0%	1 0.1%	0 0.0%	0 0.0%	3 0.4%	97.4% 2.6%
	2 0.3%	129 17.2%	0 0.0%	3 0.4%	0 0.0%	96.3% 3.7%
3	0 0.0%	0 0.0%	134 17.9%	1 0.1%	15 2.0%	89.3% 10.7%
	0 0.0%	4 0.5%	4 0.5%	143 19.1%	8 1.1%	89.9% 10.1%
5	1 0.1%	0 0.0%	16 2.1%	14 1.9%	122 16.3%	79.7% 20.3%
	98.0% 2.0%	96.3% 3.7%	87.0% 13.0%	88.8% 11.2%	82.4% 17.6%	90.4% 9.6%
						目标类

图 5 瞬时相位特征个体识别混淆矩阵

1	145 19.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	0 0.0%	153 20.4%	0 0.0%	2 0.3%	0 0.0%	98.7% 1.3%
3	0 0.0%	0 0.0%	145 19.3%	0 0.0%	20 2.7%	87.9% 12.1%
	0 0.0%	1 0.1%	0 0.0%	128 17.1%	3 0.4%	97.0% 3.0%
5	0 0.0%	0 0.0%	9 1.2%	4 0.5%	140 18.7%	91.5% 8.5%
	100% 0.0%	99.4% 0.6%	94.2% 5.8%	95.5% 4.5%	85.9% 14.1%	94.8% 5.2%
						目标类

图 6 互相关特征个体识别混淆矩阵

输出类	1	158 21.1%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%	
	2	0 0.0%	146 19.5%	0 0.0%	2 0.3%	0 0.0%	98.6% 1.4%	
	3	0 0.0%	0 0.0%	127 16.9%	0 0.0%	10 1.3%	92.7% 7.3%	
	4	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	156 20.8%	5 0.7%	96.9% 3.1%	
	5	0 0.0%	0 0.0%	7 0.9%	1 0.1%	138 18.4%	94.5% 5.5%	
		100% 0.0%	100% 0.0%	94.8% 5.2%	98.1% 1.9%	90.2% 9.8%	96.7% 3.3%	
			目标类	1	2	3	4	5

图7 特征综合个体识别混淆矩阵

3.3 个体识别性能比较

MSK调制在通信信号中较常用,目前文献也有几种针对MSK通信信号的个体识别方法,如基于信息维数特征^[9]和基于平方谱特征^[10]的方法。在信噪比1~15 dB的条件下,将上述两种方法与本文所述方法进行比较,以验证本文算法的优越性。

图8所示是不同算法的个体识别正确率。可以看出本文所提基于互相关特征的个体识别算法正确率最高,在信噪比15 dB时正确率达98.8%;其次是基于瞬时相位特征的个体识别算法,在信噪比15 dB时正确率达95.2%。两种算法的正确率都优于传统的基于信息维数特征和基于平方谱特征的个体识别方法。这是因为传统算法是基于信号统计特征,需要长时间的信号积累(大于20 ms)才能获得较好的识别效果。而模式5信号同步脉冲脉宽只有1 μ s,传统算法显然不适用。而本文所

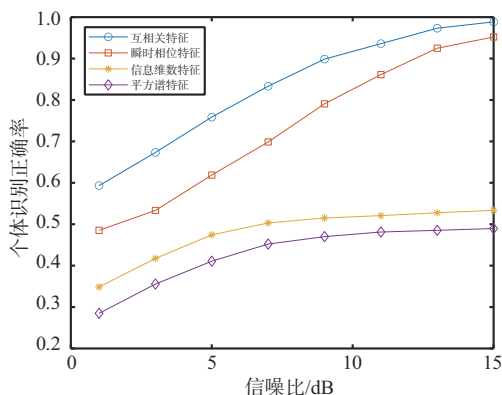


图8 不同个体识别方法性能比较

提算法,充分利用了同步脉冲码元固定的特点,提取的瞬时相位特征向量和互相关特征向量都包含了每个采样点的信息,信息利用率更高,因此只需要单个脉冲就可以获得较高的个体识别正确率。

4 结束语

本文利用敌我识别模式5信号同步脉冲码元固定的特点,提出了两种针对模式5信号的个体识别算法:基于同步脉冲瞬时相位特征的个体识别方法和基于互相关特征的个体识别方法。仿真试验结果显示,基于互相关特征的个体识别方法优于基于瞬时相位特征的个体识别方法,且所提两种方法都优于传统个体识别方法,验证了本文所提算法的优越性。后续工作将采集真实模式5信号来验证本文算法,并研究能同时利用模式5信号同步脉冲和数据脉冲的个体识别算法。

参考文献:

- [1] 欧阳超,付志波,宋玉龄,等.基于模式5系统的扩频调制解调技术研究[J].现代雷达,2023,45(8):65-68.
- [2] JAGANNATH A, JAGANNATH J, KUMAR P S P V. A Comprehensive Survey on Radio Frequency (RF) Fingerprinting: Traditional Approaches, Deep Learning, and Open Challenges[J]. Computer Networks, 2022, 219:109455.
- [3] 许敏,李博涵,王凯,等.特定辐射源个体识别算法研究[J].电子测量与仪器学报,2021,35(10):116-123.
- [4] SHEN Guanxiong, ZHANG Junqing, MARSHALL A, et al. Towards Scalable and Channel-Robust Radio Frequency Fingerprint Identification for LoRa[J]. IEEE Trans on Information Forensics and Security, 2022, 17:774-787.
- [5] ZHANG Junqing, WOODS R, SANDELL M, et al. Radio Frequency Fingerprint Identification for Narrowband Systems, Modelling and Classification[J]. IEEE Trans on Information Forensics and Security, 2021,16:3974-3987.
- [6] 张梓轩,齐子森,许华,等.采用极化特征的通信辐射源个体识别方法[J].西安交通大学学报,2023,57(10):207-220.
- [7] OLIGERI G, SCIANCALEPORE S, RAPONI S, et al. PAST-AI: Physical-Layer Authentication of Satellite Transmitters via Deep Learning[J]. IEEE Trans on Information Forensics and Security, 2023, 18:274-289.
- [8] 唐震,乔晓强,张涛,等.基于深度残差收缩网络的辐射源个体识别方法[J].电子测量技术,2022,45(9):168-174.

- [9] 张泽君,程伟,杨瑞娟,等.航空信道下基于双谱和信息维数的通信电台个体识别[J].空军预警学院学报,2016,30(1):21-25.
- [10] 张泽君,程伟,杨瑞娟,等.航空信道下一种通信电台个体识别方法[J].空军预警学院学报,2016,30(2):106-110.
- [11] 幸晨杰,王良刚.应用深度神经网络和集成学习的电台个体识别[J].电讯技术,2021,61(9):1059-1065.
- [12] 方棉佳,陈朝.针对敌我识别系统的个体识别研究[J].雷达科学与技术,2023,21(3):298-302.
- [13] 文博龙.新型敌我识别器中应答机数字处理系统设计[D].成都:电子科技大学,2013.
- [14] JIANG Yifan, YANG Zhutian, BO Chao, et al. Continuous IFF Response Signal Recognition Technology Based on Capsule Network [C]//3rd EAI International Conference, Xining, China: Springer, 2021:455-468.
- [15] DUAN Huanhuan, CHENG Yufan, SHEN Bingbing, et al. LFM Interference Cancellation Algorithm Based on MDPT-WC for Mark XIIA Mode 5 [C]//IEEE 20th International Conference on Communication Technology, Nanjing, China: IEEE, 2020:246-252.
- [16] HE Jiashuo, HUANG Sai, CHANG Shuo, et al. Radio Frequency Fingerprint Identification with Hybrid Time-Varying Distortions [J]. IEEE Trans on Wireless Communications, 2023, 22(10):6724-6736.
- [17] RAJENDRAN S, SUN Zhi. RF Impairment Model-Based IoT Physical-Layer Identification for Enhanced Domain Generalization [J]. IEEE Trans on Information Forensics and Security, 2022, 17:1285-1299.

作者简介:

夏韶俊 男,硕士,高级工程师,主要研究方向为电子侦察系统设计。

胡泽宾 男,博士,正高级工程师,主要研究方向为电子对抗系统设计。

牛勤 女,博士,高级工程师,主要研究方向为电子侦察系统设计。

孔祥明月 男,硕士,工程师,主要研究方向为电子侦察系统设计。

杨钟灵 女,学士,助理工程师,主要研究方向为雷达电子。

(上接第522页)

125-126.

- [4] 龙学军,谭志国,高枫.多传感器融合路侧感知技术应用现状分析[J].中国交通信息化,2021(10):137-140.
- [5] 李晓辉,李欢洋,吕思婷,等.毫米波通感一体化中的混合波束赋形算法[J].系统工程与电子技术,2023,45(5):1512-1517.
- [6] RAD M K, ANDARGOLI S M H. Power Control and Beamforming in Passive Phased Array Radars for Low Probability of Interception [J]. Digital Signal Processing, 2021, 117:103165.
- [7] 杨柳.K-means 聚类算法性能分析与优化研究[J].火控雷达技术,2019,48(2):16-19.
- [8] DADGARNIA A, SADEGHI M T. A Novel Method of Deinterleaving Radar Pulse Sequences Based on a Modified DBSCAN Algorithm [J]. China Communications, 2023, 20(2):198-215.
- [9] 毛永艳.平面阵列天线设计与优化[D].西安:西安电子科技大学,2021.
- [10] 韩旭,于大群.相控阵天线指向测量误差分析及消除方法研究[J].微波学报,2023,39(2):52-57.
- [11] 丁左武,徐杰,周龙,等.车载毫米波雷达目标检测综述[J].电讯技术,2024,64(4):655-662.
- [12] 鞠夕强,孟文,孟祥印,等.一种改进的毫米波雷达聚类算法[J].科学技术与工程,2021,21(20):8537-8543.
- [13] CAO Lin, LIU Yunxiao, WANG Dongfeng, et al. A Novel Density Peak Fuzzy Clustering Algorithm for Moving Vehicles Using Traffic Radar [J]. Electronics, 2019, 9(1):9010046.
- [14] 高晶,蔡幸福,刘志强,等.基于区域生长的目标检测方法[J].北京工业大学学报,2016,42(6):856-861.
- [15] 王义敏,秦永元.基于区域生长的SAR图像目标检测方法研究[J].计算机应用,2009,29(1):45-46.
- [16] 钟晋孝,晋良念.毫米波雷达目标点云稳健自适应聚类方法[J].科学技术与工程,2022,22(5):1936-1943.

作者简介:

闫紫航 男,博士研究生,主要研究方向为分布式雷达成像。

张华 男,博士,教授,主要研究方向为雷达技术、信号处理。

阎博 男,博士,副教授,主要研究方向为雷达目标跟踪算法。

孙景荣 女,博士,教授,主要研究方向为雷达成像、目标识别。