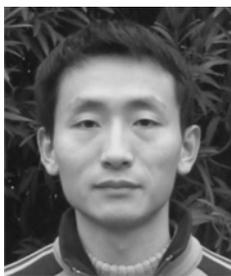


导读:导航、监视、搜索等岸基、船载和机载雷达在目标探测中均面临复杂场景,雷达处理技术的性能受强地/海杂波环境、雷达工作参数等诸多因素影响,性能呈现起伏特点,因此,掌握雷达处理技术在不同条件下的性能对于推进技术实现和应用有重要意义。为了促进雷达处理核心技术交流,《电子技术应用》特推出“雷达处理技术与评估”主题专栏。本专栏针对雷达探测中涉及的信道优化、杂波抑制、目标检测、目标跟踪、试验验证方法进行研究讨论,期待对雷达处理技术的研究和应用提供有益的借鉴。

特约主编:



刘宁波:海军航空大学副教授,中国电子学会青年科学家俱乐部会员。主要研究领域为海上目标探测、非线性信号处理、雷达目标特征检测。先后承担 973 项目、国家自然科学基金重点项目、军科委基础加强计划重点项目、装备预研等项目 20 余项,出版学术专著 2 部,以第一/通讯作者发表学术论文 56 篇,授权发明专利 19 项,曾获省部级科技进步一等奖、二等奖等科研奖励 5 项。



刘维建:空军预警学院副教授,中国电子学高级会员。主要研究方向为阵列信号处理、雷达目标检测和统计信号处理。主持国家自然科学基金面上等 5 项省部级以上项目,签订专著出版合同 2 份,以一作/通讯作者发表 SCI 论文 79 篇(IEEE 期刊 37 篇),以第一发明人获中国发明专利 14 项。《Signal Processing》《Digital Signal Processing》和《Circuits, Systems, and Signal Processing》编委/副主编,《太赫兹科学与电子信息学报》青年编委。

一种修正 k 值的 OS-CFAR 检测器*

秦天慈¹,王中训¹,黄勇²,刘宁波²,丁昊²

(1.烟台大学 物理与电子信息学院,山东 烟台 264005;2.海军航空大学,山东 烟台 264001)

摘要:OS-CFAR(Ordered Statistics)检测器的 k 值存在着取值方法不确定的缺陷。考虑到实际工程应用中的目标回波信号,在经过脉压匹配滤波器后,输出是 Sa 函数钟型包络,因此在选取 k 值时,可能会发生背景杂波估计取在干扰目标的能量单元中,使杂波估计偏大导致目标漏检。提出一种修正 k 值方法,在 OS-CFAR 检测器选择 k 值时将目标回波为扩展目标考虑在内,令 k 的取值更加准确。通过详细的仿真实验,发现了参考滑窗内有无干扰目标两种条件下 OS-CFAR 检测器性能随 k 值变化的不同规律,并证明修正 k 值的 OS-CFAR 检测器在多目标环境中有更好的性能。

关键词:雷达;目标检测;恒虚警检测器

中图分类号:TN951;TN957.51

文献标识码:A

DOI:10.16157/j.issn.0258-7998.223081

中文引用格式:秦天慈,王中训,黄勇,等.一种修正 k 值的 OS-CFAR 检测器[J].电子技术应用,2022,48(9):1-5,38.

英文引用格式:Qin Tianci,Wang Zhongxun,Huang Yong,et al. An OS-CFAR detector with corrected k values[J]. Application of Electronic Technique, 2022, 48(9): 1-5, 38.

* 基金项目:国家自然科学基金(61871392;62101583)

An OS-CFAR detector with corrected k values

Qin Tianci¹, Wang Zhongxun¹, Huang Yong², Liu Ningbo², Ding Hao²

(1.School of Physics and Electronic Information, Yantai University, Yantai 264005, China;

2.Navy Aviation University, Yantai 264001, China)

Abstract: The k value of OS-CFAR detector has the defect of uncertain value taking method. Considering the target echo signal in practical engineering application, after passing through the pulse compression matched filter, the output is the shape of SA function bell envelope. Therefore, when the k value is selected, the background clutter estimation may be taken into the energy unit of the interfering target, which makes the clutter estimation too large and leads to missed detection of the target. In this paper, a modified k -value method is proposed. When the OS-CFAR detector selects k -value, the target echo is considered as an extended target, so that the value of k is more accurate. Through detailed simulation experiments, it is found that the performance of OS-CFAR detector changes with k value under the two conditions of whether there are interfering targets in the reference sliding window, and it is proved that the OS-CFAR detector with modified k value has better performance in multi-target environment.

Key words: radar; target detection; CFAR

0 引言

雷达探测由于受到噪声、杂波和干扰的影响,在采用固定门限进行目标检测时会产生一定的虚警,特别是当杂波背景起伏变化时虚警率会急剧上升,影响雷达的检测性能。恒虚警(Constant False Alarm Rate, CFAR)处理技术是雷达自动检测系统中最重要的一种目标检测方法,能够根据雷达杂波数据动态调整检测门限,在虚警概率保持不变的情况下使目标检测概率最大化^[1]。

有序统计(Ordered Statistics, OS)类 CFAR 检测器旨在提高均值(Mean Level, ML)类 CFAR 检测器在多目标环境中的分辨能力。目前,国内外研究者在 OS-CFAR 检测器方面做了大量工作,作为 OS-CFAR 检测器的推广,后来又出现了比较有代表性的删除均值(Censored Mean Level Detector, CMLD)CFAR 检测器^[2]以及剔除平均(Trimmed Mean, TM)CFAR 检测器^[3-4]; Didi 与 Levanon 提出了一种重复排序 n 个连续参考单元滑动窗口的算法来减小响应时间^[5]; Rohling 总结了关于 OS-CFAR 检测器的双边参考滑窗长度 N 及有序统计量 k 的取值对检测器性能的影响,即当 $k < N/2$ 时,杂波边缘效应的影响会较大,通常 k 的取值在 $3N/4$ 左右,以获得多目标或混合杂波环境中的综合性能等^[6]。但据文献[7]所述,OS-CFAR 检测器未有确定准确 k 值的方法。

考虑到实际工程应用中的目标回波信号在经过脉压匹配滤波器后,输出是 Sa 函数钟型包络^[8],目标能量将不再只占据一个分辨单元而作为扩展目标出现,因此若选取 k 值不确定,参考滑窗经排序后, k 值的选取可能会出现错误——选取的背景杂波实际为干扰目标能量,使背景杂波估计偏大,检测性能下降。本篇论文通过分析扩展目标的特点推导 k 的取值,提出了一种修正 k 值的 OS-CFAR 检测器。通过详细的仿真实验,总结了参

考滑窗内有无干扰目标两种条件下 OS-CFAR 检测器性能随 k 值变化的不同规律,验证了修正后的 OS-CFAR 检测器在多目标环境中有更好的性能。

1 OS-CFAR 原理

Rohling 最早提出了基于对参考滑窗内有序样本进行处理的 OS-CFAR 检测器,其中,有序统计方法源于数字图像处理的中值滤波概念。OS-CFAR 检测器的核心思想是通过参考窗内的数据由小到大排序选取其中第 k 个数值假设其为杂波背景噪声。检测器原理如图 1 所示。

D 是检测单元采样。假设 $v(t)$ 是单脉冲检测中在某个分辨单元中得到的一个观测,则 $D(v)$ 是由 $v(t)$ 形成的检测统计量。与检测单元最邻近的是两个保护单元,主要用在单目标情况,防止目标能量泄露到参考单元影响检测器的背景杂波估计 Z 。

$x_i (i=1, 2, \dots, N)$ 是参考单元采样, N 是双边参考单元数。OS-CFAR 检测器首先对参考单元采样值作升序排序处理:

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_N \quad (1)$$

然后取第 k 个排序样本 x_k 作为检测器对杂波功率水平的估计 Z , 令 $Z=x_k$, 再按设定的虚警率 P_{fa} 构成检测门限:

$$S=TZ=Tx_k \quad (2)$$

当检测统计量 D 超过自适应门限 S 时,则判定有目标(H_1); 不超过自适应门限 s 时,则判定无目标(H_0), 即:

$$\begin{cases} H_1, & D \geq TZ \\ H_0, & D < TZ \end{cases} \quad (3)$$

其中 T 为门限因子,通过 Monte Carlo 仿真求得^[9],计算假设的目标点与周围参考点的平均强度的比值,循环仿真 100 万次,将门限系数排序,找出虚警 100 次的门

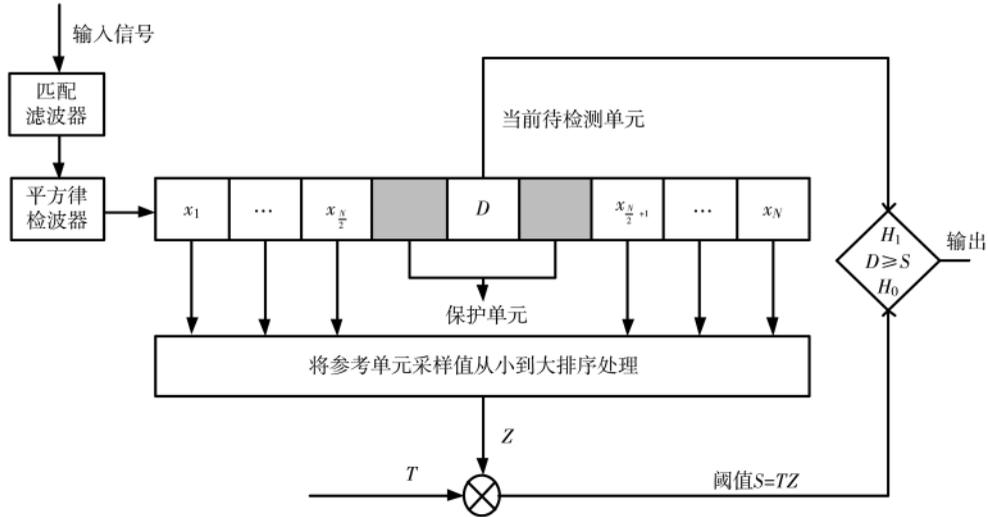


图 1 OS-CFAR 原理图

限系数作为实际门限系数 T 。

假设接收机噪声与背景杂波服从高斯分布,其包络为瑞利分布,经平方律检波器后,参考单元采样服从指数分布。则 OS-CFAR 检测器在均匀杂波背景中的检测概率和虚警概率分别为:

$$P_d = k \binom{N}{k} \frac{\Gamma\left[N-k+1+\frac{T}{1+\lambda}\right] \Gamma(k)}{\Gamma\left[N+1+\frac{T}{1+\lambda}\right]} \quad (4)$$

$$P_{fa} = k \binom{N}{k} \frac{\Gamma[N-k+1+T] \Gamma(k)}{\Gamma[N+1+T]} \quad (5)$$

式中 λ 为信号与杂噪平均功率的比值。

2 修正 k 值

考虑到工程应用中既需要获得较大的探测距离,又需要获得较高的距离分辨率,那么就必须要发射高功率的窄脉冲,但是实际情况下所能使用的峰值功率电平是有限制的。为了解决单频脉冲面临的探测距离和距离分辨率之间的矛盾,常采用脉冲压缩技术^[10]。发射机部分发射宽度相对较宽而峰值功率低的脉冲,使信号有足够的能量以保证作用距离;接收机部分接收时做匹配滤波,将低峰值的宽脉冲压缩成高峰值的窄脉冲,避免脉冲重叠现象,从而提高空间分辨率。对于线性频率调制来说,每个发射脉冲内的频率都是以固定的速率在其时间长度范围内递增,这样每一个回波在频率上也线性地递增。接收到的回波信号经过一个滤波器,该滤波器引入一个与频率线性递减的时间滞后,递减速率与回波随频率递增的速率准确地相同。由于频率渐进地增高,使得回波的尾部通过的时间比其头部通过的时间少。因此回波的相继部分趋于聚成一团。相应地,当脉冲从滤波器中显露时,其幅度比其输入时的幅度大许多,其脉宽较其输入时的脉宽窄得多^[11]。

因此,经脉冲压缩匹配滤波器后,目标的回波应为 Sa 函数形状的钟型包络,此时目标不再为点目标,而应为占据多个分辨单元的扩展目标^[12-13]。考虑到目标回波占据多个分辨单元的现象已经变得越来越普遍^[14],提出一种修正的 OS-CFAR 检测器更显得具有工程意义。现将扩展目标的扩展单元定义为其保护单元。

假设双边参考滑窗数为 N ,参考滑窗内有 (I_L+1) 个目标,其中有 I_L 个干扰目标,待测单元单边保护单元数为 a ,干扰目标单边保护单元数为 b ,则干扰目标占据 $I_L(2b+1)$ 个分辨单元。若对参考单元采样值进行从小到大排序处理,则干扰目标能量会存在于排序后尾部的 $I_L(2b+1)$ 个分辨单元。因此,参考单元样本经升序排序后,若 k 值选取不定,可能会发生序列尾部的干扰目标能量作为背景杂波估计 Z ,此时便会引起 Z 偏大造成待测目标漏检。因此,在选择 k 值时应考虑到参考滑窗内所有目标的保护单元。

综上,OS-CFAR 检测器在参考单元升序排序处理后,正确的 k 的取值应当为:

$$k \leq N - I_L(2b+1) \quad (6)$$

式中,第一项为参考单元总数,第二项为干扰目标所占分辨单元。这样选取 k 值,能够弥补选取 k 的过程中 Z 可能出现取值偏大而导致目标漏检的问题,使检测性能变好。

由文献[7]所述,在分析强干扰目标对 OS-CFAR 影响时,对于有限的干扰目标信号与杂波加噪声的功率比 INR,可以通过 $N-I_L$ 代替式(4)中的 N 来评估 OS-CFAR 在多目标环境中的性能,修正后 OS-CFAR 检测器的检测概率为:

$$P_d = k \binom{N-I_L}{k} \frac{\Gamma\left[N-I_L-k+1+\frac{T}{1+\lambda}\right] \Gamma(k)}{\Gamma\left[N-I_L+1+\frac{T}{1+\lambda}\right]} \quad (7)$$

3 仿真验证

设置背景杂波服从指数分布,检测器虚警概率 $P_{fa}=10^{-4}$,参考单元总数 $N=32$,待测目标单边保护单元 $a=1$,干扰目标的单边保护单元 $b=1$ 。在分析检测性能时,应将待测目标考虑为点目标。

3.1 OS-CFAR 的门限系数

先求不同 k 值条件下的门限因子。待测单元与参考单元内产生均值方差均为 1 的指数分布杂波, Monte Carlo 仿真 10^6 次,在不同 k 值下对应输出虚警数为 100 的门限因子 T ,如表 1 所示^[15]。

表 1 虚警概率为 10^{-4} 时,不同 k 值的门限因子

k	门限因子 T
19	13.312 6
20	12.438 5
21	11.091 2
22	10.500 4
23	9.510 2
24	8.558 7
25	7.846 9
26	7.128 4
27	6.525 1
28	5.834 7

3.2 检测器性能对比

通过 10 000 次 Monte Carlo 仿真,分析指数分布背景下不同 k 值的 OS-CFAR 检测器性能。流程如下^[16]:

- (1)产生服从指数分布的背景杂波,均值为 1;
- (2)在检测单元 D 添加一定信噪比的目标;
- (3)对一定的虚警概率 P_{fa} 和信噪比 SNR,使用表 1 的门限因子 T 与对应 k 值下的 Z 相乘求得自适应门限 S ;
- (4)对目标回波做 10 000 次循环检测,计算出检测单元 D 大于自适应门限 S 的总次数,用这个次数除以总的循环次数,得到一定虚警概率 P_{fa} 和 SNR 条件下的检测概率 P_d ;
- (5)更改信噪比大小,取 1:1:30,重复前面四个步骤,画出检测概率 P_d 随 SNR 变化的曲线。

有干扰目标条件下分析时,在流程(2)中将干扰目标添加到背景杂波。

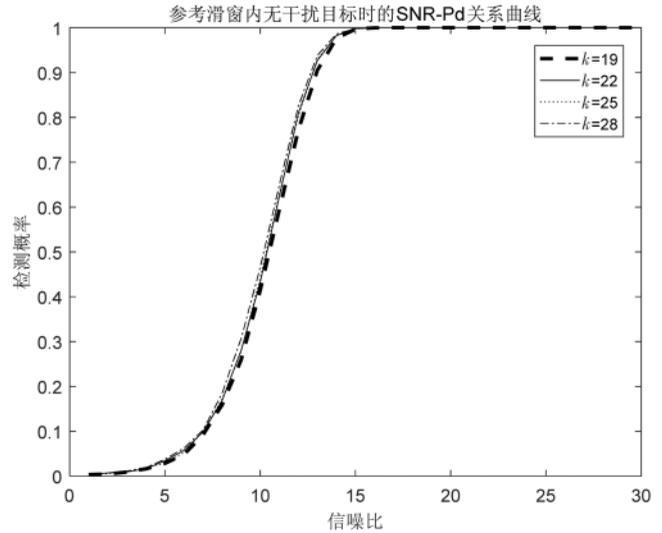
3.2.1 参考滑窗内无干扰目标性能分析

取 k 值为 19, 22, 25, 28, 作检测性能曲线如图 2 所示。

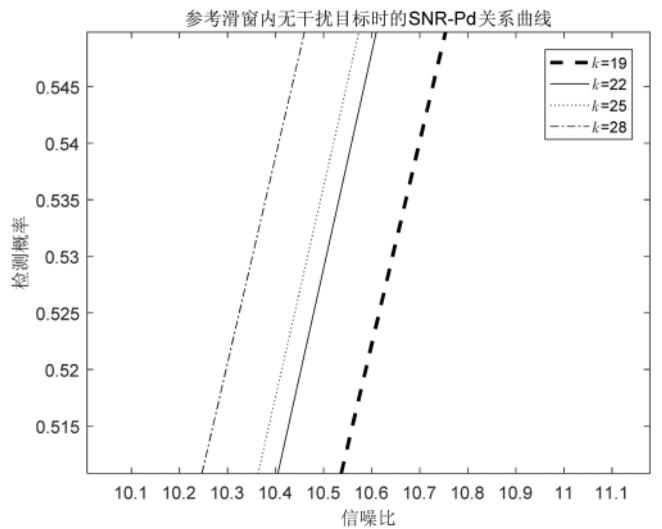
由图 2(b)可知,在没有外加干扰目标条件下, OS-CFAR 检测器性能会随 k 的增大而上升。原因如下:背景杂波服从指数分布,其均值方差均为 1,选取小的背景杂波估计 Z 时的方差,要比选取大的背景杂波估计 Z 时的方差大很多,因此检测性能会随 k 值的变大而变好。

3.2.2 参考滑窗内有干扰目标性能分析

在背景杂波中添加两个干扰目标,由式(6)知此时正



(a)不同 k 值的检测性能

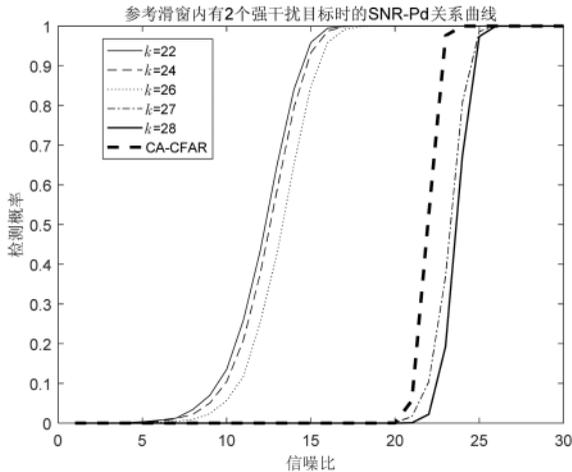


(b)局部放大图

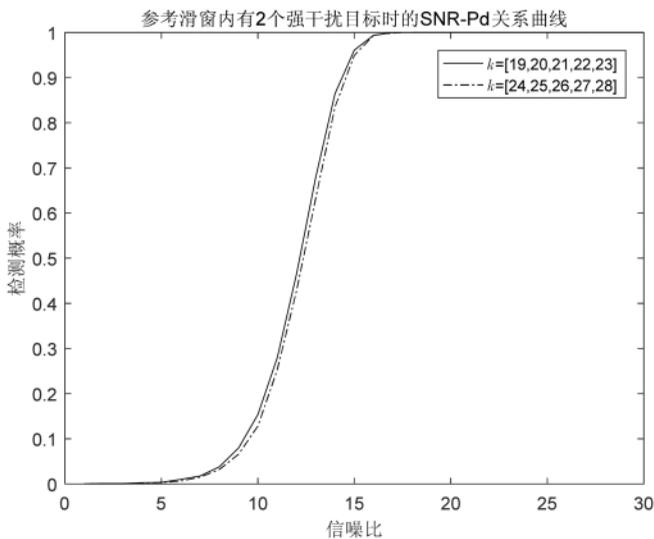
图 2 无干扰目标时不同 k 值的检测性能

确 k 值最大值为 26。选取 OS-CFAR 的 k 值为 22, 24, 26, 27, 28, 与单元平均(Cell Averaging, CA)CFAR 检测器作检测性能曲线对比如图 3 所示^[17]。

从图 3 的结果可以发现:(1)有干扰目标时检测器性能会随 k 的增大而下降;(2)在选取正确 k 值时,检测性能比较接近,当 k 值发生取值错误时,即 k 为 27 与 28 时,检测性能急剧下降;(3)CA 在参考滑窗内有强干扰时性能很差,仅比取错误 k 值的 OS 算法性能好。具体原因如下:第一,门限因子 T 是无干扰目标时的门限,而背景杂波会在外加干扰后改变,此时 Z 在较大值处方差较大,因此检测性能会随 k 值的变大而下降;第二, k 为 27 与 28 时,此时选取的背景杂波估计是干扰目标或干扰目标的旁瓣能量,导致 Z 偏大,在待测目标信噪比较低时发生漏检,因此检测性能急剧下降。

图3 参考滑窗内有2个强干扰目标时不同 k 值的检测性能

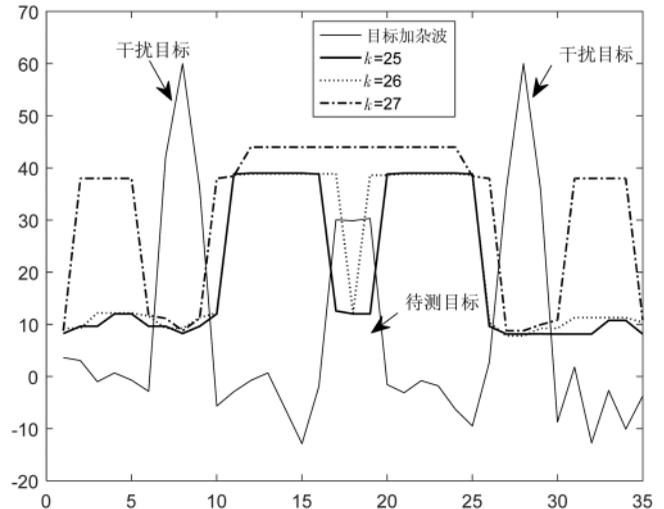
现取两组 k 值:第一组为[19, 20, 21, 22, 23],即选取的 k 值全为正确;第二组为[24, 25, 26, 27, 28],即选取的 k 值部分正确、部分错误。分别对两组 k 值对应的 Z 取平均,画其性能曲线,如图4所示。

图4 参考滑窗内有2个强干扰目标时,两组 k 值检测性能

由图4可以发现, k 取部分正确、部分错误一组的检测性能没有剧烈地下降。由剔除平均TM-CFAR检测器定义可知,通过对一段 k 值所对应的 Z 取均值的检测器即为TM-CFAR,从侧面验证了TM-CFAR的检测性能^[18]。

3.3 检测器门限曲线对比

设置目标加杂波信号长度为35,信号中共有3个目标,其中强干扰目标数为2,所在单元分别为[7:9],[27:29],峰值SNR为30 dB;待测目标所在单元为[17:19],峰值SNR为15 dB。由式(6)知,正确 k 的最大值为26。在虚警率 P_{fa} 为 10^{-4} 条件下,为对比修正前后OS-CFAR检测器性能,取 k 为25,26,27作仿真对比如图5所示。

图5 不同 k 值的检测门限曲线对比

可以发现, $k=27$ 时,待测目标漏检,此时选取的背景杂波估计是干扰目标的旁瓣能量,导致了 Z 偏大使待测目标漏检; k 为25和26时,待测目标没有发生漏检,但由于 $k=26$ 为临界值,其检测效果较差一些。

4 结论

现有OS-CFAR检测器因 k 取值方法不确定,可能会发生背景杂波估计取在干扰目标的能量单元中,使背景杂波估计偏大导致目标漏检。本文考虑到了实际工程应用中的目标回波在经过脉压匹配滤波器后,输出是Sa函数钟型包络,目标应为扩展目标的特点,提出了一种修正 k 值的OS-CFAR检测器,即参考滑窗经升序排序后,令修正的 $k \leq N - I_L(2b+1)$,弥补了OS-CFAR存在的 k 取值不准确的问题。仿真实验表明,修正 k 值的OS-CFAR检测器在多目标环境中有更好的性能,为自适应恒虚警处理提供了新的理论支持。

后续将继续开展对参考滑窗内目标个数的研究,使得修正后的OS-CFAR更加具有工程应用意义。

参考文献

- [1] 詹世豪.复杂背景下的自适应恒虚警算法研究[D].西安:西安电子科技大学,2019.
- [2] RICKARD J T, DILLARD G M. Adaptive detection algorithms for multiple target situations[J]. IEEE Trans. on AES, 1977, 13(4): 338-343.
- [3] GANDHI P P, KASSAM S A. Analysis of CFAR processors in nonhomogeneous background [J]. IEEE Trans. on AES, 1988, 24(4): 427-445.
- [4] BLAKE S. OS-CFAR theory for multiple targets and non-uniform clutter[J]. IEEE Trans. on AES, 1988, 24(6): 785-790.
- [5] JOSEPH H D, NADAV L. Repeated sorting on the sliding window for OS-CFAR[J]. IET Radar, Sonar & Navigation,

(下转第38页)

程, 长期保持我国集成电路产业健康快速发展态势。

参考文献

- [1] 倪雨晴. 美国芯片法案签署 半导体产业格局生变[N]. 21世纪经济报道, 2022-08-11(003).
- [2] 朱建红. 美国国家科学基金会成立背景述评[J]. 自然科学史研究, 2003(2): 173-184.
- [3] 林岚娟, 李哲. 美国国家标准与技术研究院的立法特点及启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2016, 31(11): 60-64.
- [4] 项煜虹. 美国竞争法案及其政策理念初探[J]. 科技与法律, 2011(3): 1-5.
- [5] 黄健. 美国通过《振兴美国制造业和创新法案 2014》[J]. 军民两用技术与产品, 2014(18): 7.
- [6] 廖小文. 美国科技立法的历史沿革及其启示[J]. 中国高新技术企业, 2009(6): 10-11.
- [7] 孙新强. 美国 1984 年半导体芯片保护法[J]. 科技与法律, 1998(2): 71-77.
- [8] 张忠霞. 美国打造科技发展“路线图”[J]. 瞭望, 2007(38): 57.
- [9] 清风. 美国《芯片与科学法案 2022》摘要[N/OL]. 通信产业网, 2022-08-11.
- [10] 王程韡. 《美国竞争法》执行阻滞原因探析[J]. 中国科技

论坛, 2010(5): 151-156.

- [11] 郑思聪. 韩国发布《K—半导体战略》[J]. 科技中国, 2021(7): 100-102.
- [12] 张丽娟, 刘亚坤. 日本制定《半导体数字产业战略》[J]. 科技中国, 2021(10): 101-103.
- [13] 张丽娟. 欧盟委员会推出《欧洲芯片法案》[J]. 科技中国, 2022(7): 99-102.
- [14] 罗茜, 王海燕, 康志男. 中国集成电路产业政策焦点变迁与演进规律[J/OL]. 科学学研究: 1-17[2022-08-14]. DOI: 10.16192/j.cnki.1003-2053.20220305.001.
- [15] 朱晶. “十三五”时期我国集成电路产业发展情况分析及对“十四五”展望[J]. 全球科技经济瞭望, 2021, 36(4): 28-33.
- [16] 朱晶. 集成电路前沿技术趋势研判及对北京的启示[J]. 电子技术应用, 2021, 47(12): 51-56, 63.

(收稿日期: 2022-08-15)

作者简介:

朱晶(1984-), 女, 硕士, 高级经济师, 主要研究方向: 集成电路、新一代信息技术、技术经济学。



扫码下载电子文档

(上接第 5 页)

2019, 13(8).

- [6] 邹成晓, 张海霞, 程玉堃. 雷达恒虚警率检测算法综述[J]. 雷达与对抗, 2021, 41(2): 29-35.
- [7] 何友, 关键, 孟祥伟. 雷达目标检测与恒虚警处理. 第 2 版[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- [8] 李红霞. 雷达信号数字脉冲压缩技术分析及 MATLAB 仿真[J]. 信息化研究, 2018, 44(1): 69-73.
- [9] 付康. 复杂背景下雷达恒虚警检测方法研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2019: 11-12.
- [10] STIMSON G W. 机载雷达导论[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 341-342.
- [11] SKOLNIK M I. 雷达系统导论[M]. 左群声, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [12] 柳向, 李东生, 刘庆林. 基于 OS-CFAR 的 LFM 脉压雷达多假目标干扰分析[J]. 系统工程与电子技术, 2017, 39(7): 1486-1492.
- [13] 孙梦茹, 郝程鹏, 刘明刚. 具有提升抗干扰能力的距离扩展目标模糊 CFAR 检测方法[J]. 信号处理, 2019, 35(9): 1580-1589.

- [14] 柳超, 王月基. 对海探测雷达多目标跟踪技术综述[J]. 雷达学报, 2021, 10(1): 100-115.
- [15] 谢建民, 钟璠. OS-CFAR 门限系数研究[C]// 电子科技大学电子科技大学技术研究院第三届学术交流会论文集, 2007: 141-143.
- [16] 柏雪. 基于 Ka 波段安防 LFMCW 雷达信号处理的研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2015: 40-41.
- [17] 赵利凯. 雷达目标恒虚警率检测算法研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2016: 30-33.
- [18] 郭辰锋. 复杂背景目标检测技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2020: 20-25.

(收稿日期: 2022-06-12)

作者简介:

秦天慈(1998-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 雷达信号处理。

王中训(1965-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 信源信道编码。

黄勇(1978-), 通信作者, 男, 博士, 副教授, 主要研究方向: 雷达信号处理, E-mail: huangyong_2003@163.com。



扫码下载电子文档

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所