



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105223552 B

(45)授权公告日 2018.03.06

(21)申请号 201510584424.1

(56)对比文件

(22)申请日 2015.09.15

CN 101470194 A, 2009.07.01,

(65)同一申请的已公布的文献号

US 2014/0070983 A1, 2014.03.13,

申请公布号 CN 105223552 A

CN 101738611 A, 2010.06.16,

(43)申请公布日 2016.01.06

CN 103217676 A, 2013.07.24,

(73)专利权人 上海无线电设备研究所

CN 104007431 A, 2014.08.27,

地址 200090 上海市杨浦区黎平路203号

陆满君等.通信辐射源瞬态特征提取和个体识别方法.《西安电子科技大学学报(自然科学版)》.2009,第36卷(第4期),

(72)发明人 陆满君 唐坤

杨目达等.一种基于循环谱特征识别的频谱感知算法.《计算机工程》.2011,第37卷(第20期),

(74)专利代理机构 上海信好专利代理事务所

代理人 张妍 张静洁

审查员 王莹

(普通合伙) 31249

(51)Int.Cl.

G01S 7/02(2006.01)

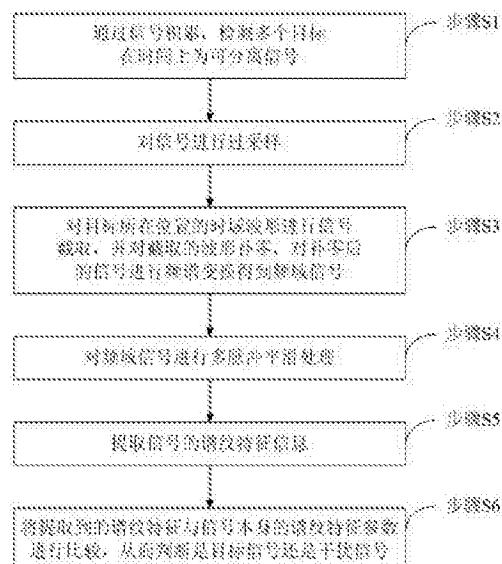
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法

(57)摘要

一种基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法，通过信号积累，检测多个目标在时间上为可分离信号，然后对信号进行过采样，再对目标所在位置的时域波形进行信号截取，并对截取的波形补零，对补零后的信号进行频谱变换得到频域信号，接着对频域信号进行多脉冲平滑处理，提取信号的谱纹特征信息，最后将提取到的谱纹特征与信号本身参数进行比较，从而判断是目标信号还是干扰信号。本发明对干扰信号的辨识能力强，具有较强的稳健性和较好的可实现性。



1. 一种基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,包含以下步骤:

步骤S1、通过信号积累,检测多个目标以确定其在时间上为可分离信号;

步骤S2、对信号进行过采样;

步骤S3、对目标所在位置的时域波形进行信号截取,并对截取的波形补零,对补零后的信号进行频谱变换得到频域信号;

步骤S4、对频域信号进行多脉冲平滑处理;

步骤S5、提取信号的谱纹特征信息;

所述的谱纹特征信息包含:信号带宽、谱包络起伏性、相似度;

相似度是指在信号带宽相同的情况下,目标信号与参考信号之间的相似程度,所述的相似度计算公式如下:

$$D(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^N [x_1(k) - x_2(k)]^2}$$

其中, x_1 是目标信号, x_2 是参考信号, k 是离散信号的编号, k 的取值从1到N, 参考信号是事先采集和存储的信号; 步骤S6、将提取到的谱纹特征与信号本身的谱纹特征参数进行比较,从而判断是目标信号还是干扰信号。

2. 如权利要求1所述的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,所述的步骤S1中,采用非相参积累,或者采用相参积累对信号进行积累检测。

3. 如权利要求1所述的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,所述的步骤S2中,信号过采样的采样频率大于等于信号带宽的10倍。

4. 如权利要求1所述的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,所述的步骤S3中,所述的信号截取是指在检测到信号位置后,以该位置为中心,用一个窗函数与信号相乘;

所述的窗函数的特点为:窗函数范围内数值为1,窗函数范围外数值为0,窗长度是信号长度的2倍,信号长度与脉冲宽度相同。

5. 如权利要求1所述的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,所述的步骤S3中,对截取的波形补零,补零个数补到脉冲间隔时间对应的采样点数,或者补零至任意约定的个数。

6. 如权利要求1所述的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,所述的步骤S4中,对频域信号进行多脉冲平滑处理包含以下步骤:

步骤S401、对脉冲之间由于相对运动引起的初始相位差进行补偿;

补偿因子为: $a = \exp(-4N\pi f_0 v T_r / c)$, 其中N是脉冲序号; f_0 为载波频率; v 为相对速度; T_r 为脉冲间隔时间; c 为光速;

步骤S402、对所有脉冲的谱包络取均值;

步骤S403、对取均值后的谱包络进行归一化。

7. 如权利要求6所述的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,所述的步骤S5中,计算信号带宽的步骤包含:

步骤S501、对归一化后的谱包络从频率最小值开始频率逐渐增大,取第一幅度值为 A_m 的频率点为 f_1 , A_m 取0.2~0.5;

步骤S502、对归一化后的谱包络从频率最大值开始频率逐渐减小,取第一幅度值为A_m的频率点f₂,A_m取0.2~0.5;

步骤S503、计算信号带宽W=f₂-f₁。

8. 如权利要求6所述的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,其特征在于,所述的步骤S5中,所述的谱包络起伏性是指在信号带宽内信号幅度值的起伏变化,所述的谱包络起伏性的参数指标包含:幅度均值和幅度方差。

基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达抗干扰领域,尤其涉及一种基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法。

背景技术

[0002] 在雷达领域,干扰信号与目标信号同时存在的情况,通过能够在时域或频域上能够检测到2个或2个以上的目标,但是检测之后往往无法判断哪个是目标信号,哪个又是干扰信号。

发明内容

[0003] 本发明提供一种基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,对干扰信号的辨识能力强,具有较强的稳健性和较好的可实现性。

[0004] 为了达到上述目的,本发明提供一种基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,包含以下步骤:

[0005] 步骤S1、通过信号积累,检测多个目标在时间上为可分离信号;

[0006] 步骤S2、对信号进行过采样;

[0007] 步骤S3、对目标所在位置的时域波形进行信号截取,并对截取的波形补零,对补零后的信号进行频谱变换得到频域信号;

[0008] 步骤S4、对频域信号进行多脉冲平滑处理;

[0009] 步骤S5、提取信号的谱纹特征信息;

[0010] 所述的谱纹特征信息包含:信号带宽、谱包络起伏性、相似度;

[0011] 步骤S6、将提取到的谱纹特征与信号本身的谱纹特征参数进行比较,从而判断是目标信号还是干扰信号。

[0012] 所述的步骤S1中,采用非相参积累,或者采用相参积累对信号进行累积检测。

[0013] 所述的步骤S2中,信号过采样的采样频率大于等于信号带宽的10倍。

[0014] 所述的步骤S3中,所述的信号截取是指在检测到信号位置后,以该位置为中心,用一个窗函数与信号相乘;

[0015] 所述的窗函数的特点为:窗函数范围内数值为1,窗函数范围外数值为0,窗长度是信号长度的2倍,信号长度与脉冲宽度相同。

[0016] 所述的步骤S3中,对截取的波形补零,补零个数补到脉冲间隔时间对应的采样点数,或者补零至任意约定的个数。

[0017] 所述的步骤S4中,对频域信号进行多脉冲平滑处理包含以下步骤:

[0018] 步骤S401、对脉冲之间由于相对运动引起的初始相位差进行补偿;

[0019] 补偿因子为: $a = \exp(-4N\pi f_0 v T_p / c)$, 其中N是脉冲序号; f_0 为载波频率; v 为相对速度; T_p 为脉冲间隔时间; c 为光速;

[0020] 步骤S402、对所有脉冲的谱包络取均值;

- [0021] 步骤S403、对取均值后的谱包络进行归一化。
- [0022] 所述的步骤S5中,计算信号带宽的步骤包含:
- [0023] 步骤S501、对归一化后的谱包络从频率最小值开始频率逐渐增大,取第一幅度值为A_m的频率点为f₁,A_m取0.2~0.5;
- [0024] 步骤S502、对归一化后的谱包络从频率最大值开始频率逐渐减小,取第一幅度值为A_m的频率点f₂,A_m取0.2~0.5;
- [0025] 步骤S503、计算信号带宽W=f₂-f₁。

[0026] 所述的步骤S5中,所述的谱包络起伏性是指在信号带宽内信号幅度值的起伏变化,所述的谱包络起伏性的参数指标包含:幅度均值和幅度方差。

[0027] 所述的步骤S5中,相似度是指在信号带宽相同的情况下,目标信号与参考信号之间的相似程度,所述的相似度计算公式如下:

$$[0028] D(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^N [x_1(k) - x_2(k)]^2}$$

[0029] 其中,x₁是目标信号,x₂是参考信号,k是离散信号的编号,k的取值从1到N,参考信号是事先采集和存储的信号。

[0030] 本发明具有如下优点:

[0031] 1、通过无线电“谱纹”识别,即可判断哪个是目标信号,哪个是干扰信号,对干扰的辨识能力强。

[0032] 2、采用的“谱纹”特征不容易被模拟,不管干扰机采用何种干扰模式,即使采用数字储频技术通过复制转发方式,也无法模拟“谱纹”特征,具有较强的稳健性。

[0033] 3、采用的“谱纹”特征参数简单,容易实时计算,具有较好的可实现性。

附图说明

- [0034] 图1是本发明的流程图。
- [0035] 图2是多个目标在时间上为可分离信号的示意框图。
- [0036] 图3是本发明信号截取和信号频谱示意图。

具体实施方式

- [0037] 以下根据图1~图3,具体说明本发明的较佳实施例。
- [0038] 如图1所示,本发明提供一种基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法,包含以下步骤:
- [0039] 步骤S1、通过信号积累,检测多个目标在时间上为可分离信号;
- [0040] 如图2所示,检测多个目标在时间上为可分离信号是指多个目标在时间维度上不重叠,这是本发明提供的基于无线电谱纹识别的干扰辨识方法的前提条件,若多个目标在时间上是重叠的或者部分重叠,则不适合采用本发明的干扰辨识方法;
- [0041] 步骤S2、对信号进行过采样,以提取信号谱分量中的谱纹特征信息;
- [0042] 步骤S3、对目标所在位置的时域波形进行信号截取,并对截取的波形补零,对补零后的信号进行频谱变换得到频域信号;

- [0043] 步骤S4、对频域信号进行多脉冲平滑处理,以提高信噪比;
- [0044] 步骤S5、提取信号的谱纹特征信息;
- [0045] 所述的谱纹特征信息包含:信号带宽、谱包络起伏性、相似度等;
- [0046] 步骤S6、将提取到的谱纹特征与信号本身的谱纹特征参数进行比较,从而判断是目标信号还是干扰信号。
- [0047] 所述的步骤S1中,采用非相参积累,或者采用相参积累对信号进行累积检测。
- [0048] 所述的步骤S2中,信号过采样是指采样频率远高于信号带宽(通常指10倍及以上),过低的采样率不利于提取谱分量中的细微特征。
- [0049] 如图3所示,所述的步骤S3中,所述的信号截取是指在检测到信号位置后,以该位置为中心,用一个窗函数与信号相乘,所述的窗函数的特点为:窗函数范围内数值为1,窗函数外数值为0,窗长度一般是信号长度的2倍,所述的信号长度是针对发射波形为脉冲式雷达,其信号长度与脉冲宽度相同。
- [0050] 所述的步骤S3中,对截取的波形补零,补零个数通常补到脉冲间隔时间(如图2所示)对应的采样点数,也可以补零至任意约定的个数。
- [0051] 所述的步骤S4中,对频域信号进行多脉冲平滑处理包含以下步骤:
- [0052] 步骤S401、对脉冲之间由于相对运动引起的初始相位差进行补偿;
- [0053] 补偿因子为: $\alpha = \exp(-4N\pi f_0 v T_r / c)$,其中N是脉冲序号; f_0 为载波频率; v 为相对速度; T_r 为脉冲间隔时间; c 为光速;
- [0054] 步骤S402、对所有脉冲的谱包络取均值;
- [0055] 步骤S403、对取均值后的谱包络进行归一化。
- [0056] 所述的步骤S5中,计算信号带宽的步骤包含:
- [0057] 步骤S501、对归一化后的谱包络从频率最小值开始频率逐渐增大,取第一幅度值为 A_m (A_m 通常取0.2~0.5)的频率点为 f_1 ;
- [0058] 步骤S502、对归一化后的谱包络从频率最大值开始频率逐渐减小,取第一幅度值为 A_m 的频率点 f_2 ;
- [0059] 步骤S503、计算信号带宽 $W = f_2 - f_1$ 。
- [0060] 所述的步骤S5中,所述的谱包络起伏性是指在信号带宽内信号幅度值的起伏变化,所述的谱包络起伏性的参数指标包含:幅度均值和幅度方差。
- [0061] 所述的步骤S5中,所述的相似度计算公式如下:
- $$[0062] D(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^N [x_1(k) - x_2(k)]^2}$$
- [0063] 其中, x_1 是目标信号, x_2 是参考信号, k 是离散信号的编号, k 的取值从1到N,;
- [0064] 相似度是指在信号带宽相同的情况下,目标信号与参考信号之间的相似程度,参考信号是事先采集和存储的信号,一般情况下真实目标信号的相识度在85%以上,而干扰信号的相识度比较低。
- [0065] 所述的步骤S6中,可以设定相应的阈值来进行判断,例如:与信号本身的谱纹特征参数值误差在10%(或5%,具体视测量精度来定)以内,可认定为目标信号,否则为干扰信号。
- [0066] 本发明通过无线电“谱纹”识别,即可判断哪个是目标信号,哪个是干扰信号,对干

扰的辨识能力强,采用的“谱纹”特征不容易被模拟,不管干扰机采用何种干扰模式,即使采用数字储频技术通过复制转发方式,也无法模拟“谱纹”特征,具有较强的稳健性,采用的“谱纹”特征参数简单,容易实时计算,具有较好的可实现性。

[0067] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

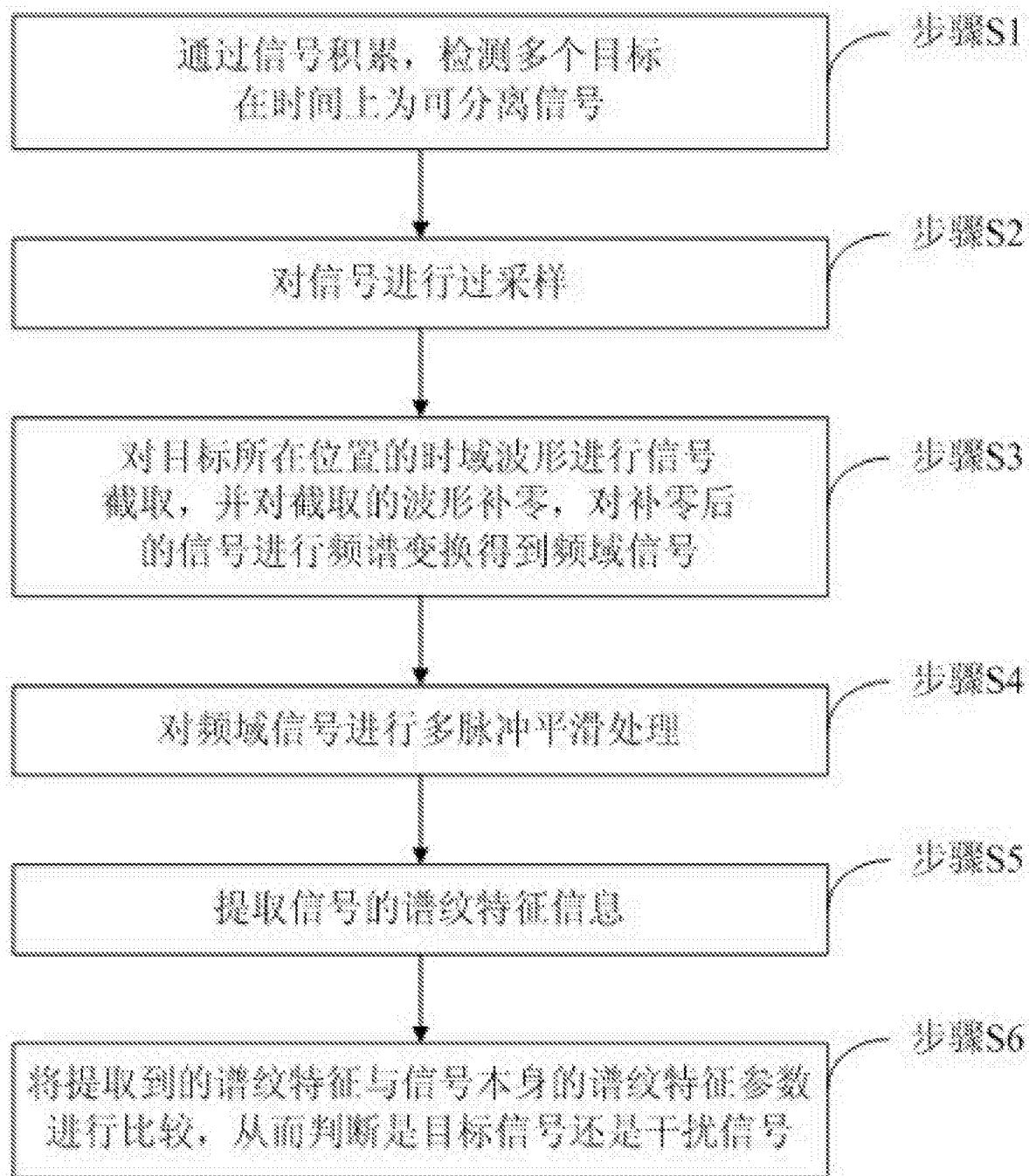


图1

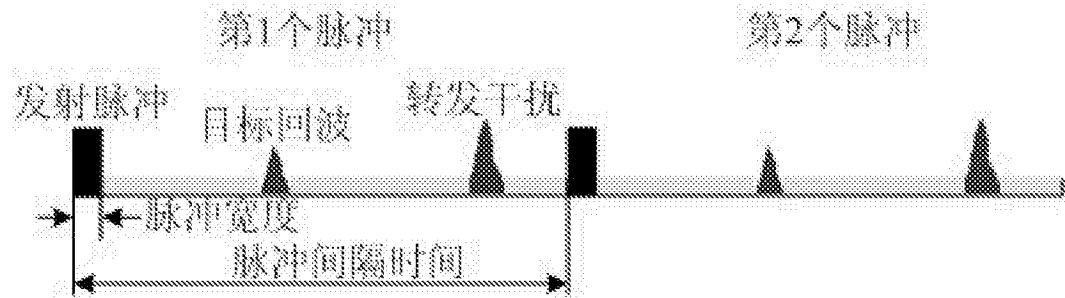


图2

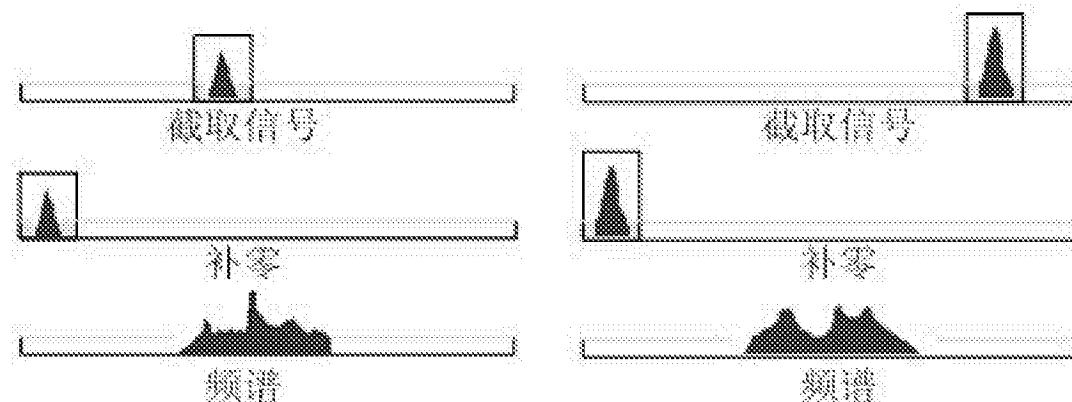


图3