



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112163569 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 29

(21) 申请号 202011176377.4

G06N 20/20 (2019.01)

(22) 申请日 2020.10.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2019097865 A1, 2019.03.28

申请公布号 CN 112163569 A

US 2016285568 A1, 2016.09.29

(43) 申请公布日 2021.01.01

CN 109034088 A, 2018.12.18

(73) 专利权人 上海特金无线技术有限公司

CN 111541515 A, 2020.08.14

地址 201114 上海市闵行区新骏环路245号
第6层E612室

CN 109061632 A, 2018.12.21

CN 109061632 A, 2018.12.21

(72) 发明人 黄超 李瀚 姜化京

CN 111600824 A, 2020.08.28

CN 110084094 A, 2019.08.02

(74) 专利代理机构 上海慧晗知识产权代理事务
所(普通合伙) 31343

陈君胜 等. 基于遥控信号频谱特征的无人
机识别算法.《信息系统与网络》.2019,

专利代理师 徐海晟

审查员 周冲

(51) Int. Cl.

G06K 9/00 (2022.01)

G06K 9/62 (2022.01)

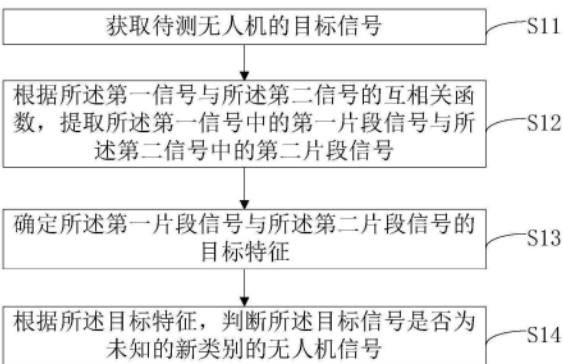
权利要求书4页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

信号检测方法、装置、电子设备与存储介质

(57) 摘要

本发明提供了一种信号检测方法、装置、电子设备与存储介质,其中的方法,包括:获取待测无人机的目标信号,所述目标信号包括第一通道接收到的第一信号,以及第二通道接收到的第二信号;根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号;确定所述第一片段信号与所述第二片段信号的目标特征,根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号。



1. 一种信号检测方法,其特征在于,包括:

获取待测无人机的目标信号,所述目标信号包括第一通道接收到的第一信号,以及第二通道接收到的第二信号;

根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号;所述第一片段信号在所述第一信号中的位置与所述第二片段信号在所述第二信号中的位置相匹配;

确定所述第一片段信号与所述第二片段信号的目标特征,所述目标特征包括所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征,以及所述第一片段信号与所述第二片段信号的合并后信号的累积量特征;

根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号;

其中,根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号,包括:

确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数;

计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息;

根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号;

所述概率分布信息包括多个概率值形成的概率分布序列;所述概率分布序列中,所述多个概率值是依据对应函数值区间的大小排序的;

根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号,包括:

根据预设的概率门限,在所述概率分布序列中确定多个目标序列位置;

根据预设的概率门限,在所述概率分布序列中确定至少一个序列位置组,提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号。

2. 根据权利要求1所述的信号检测方法,其特征在于,每个序列位置组均包括第一序列位置、第二序列位置、第三序列位置与第四序列位置;每个序列位置组均满足:所述第一序列位置与所述第四序列位置的概率值均小于概率门限,所述第二序列位置、所述第三序列位置,以及所述第二序列位置与所述第三序列位置之间各序列位置的概率值均大于所述概率门限;所述第一序列位置与所述第二序列位置为相邻的两个序列位置,所述第三序列位置与所述第四序列位置为相邻的两个序列位置;

提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号,包括:根据每个序列位置组中的所述第二序列位置与所述第三序列位置,提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号。

3. 根据权利要求1所述的信号检测方法,其特征在于,计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息之前,还包括:

在所述时变互相关函数的函数值的最大值与最小值之间等间隔划分出所述多个函数值区间。

4. 根据权利要求1所述的信号检测方法,其特征在于,确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数,包括:

将所述第一信号与所述第二信号共轭相乘,并基于固定长度执行滑动平均操作,得到所述时变互相关函数。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的信号检测方法,其特征在于,根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号,包括:

计算所述目标特征与N组参考特征的欧式距离,得到N个欧式距离;每一组参考特征对应于无人机信号的一种类别,每组参考特征均包括互相关特征与累积量特征;

其中的N大于或等于1;

根据所述N个欧式距离,判断所述目标信号是否为识别模型未知的新类别的无人机信号。

6. 根据权利要求5所述的信号检测方法,其特征在于,所述N组参考特征为识别模型的N个聚类中心,所述N个聚类中心是针对多对训练用片段信号的训练用特征进行聚类而确定的,所述训练用特征包括对应的一对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征。

7. 根据权利要求5所述的信号检测方法,其特征在于,根据所述N个欧式距离,判断所述目标信号是否为所述识别模型未知的新类别的无人机信号,包括:

若所述N个欧式距离中最小的欧式距离大于预设的距离门限,则确定所述目标信号为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

8. 根据权利要求1至4任一项所述的信号检测方法,其特征在于,所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征包括以下至少之一:

所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关系数;

所述互相关系数的相位;

所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关函数的峰均比;

所述累积量特征包括以下至少之一:

二阶累积量特征;

四阶累积量特征;

六阶累积量特征。

9. 一种信号检测装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取待测无人机的目标信号,所述目标信号包括第一通道接收到的第一信号,以及第二通道接收到的第二信号;

片段提取模块,用于根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号;所述第一片段信号在所述第一信号中的位置与所述第二片段信号在所述第二信号中的位置相匹配;

特征确定模块,用于确定所述第一片段信号与所述第二片段信号的目标特征,所述目标特征包括所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征,以及所述第一片段信号与所述第二片段信号的合并后信号的累积量特征;

判断模块,用于根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号;

其中,所述片段提取模块,具体用于:

确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数;

计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息;

根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号;

所述概率分布信息包括多个概率值形成的概率分布序列；所述概率分布序列中，所述多个概率值是依据对应函数值区间的大小排序的；

所述片段提取模块，具体用于：

根据预设的概率门限，在所述概率分布序列中确定多个目标序列位置；

根据预设的概率门限，在所述概率分布序列中确定至少一个序列位置组，提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号。

10. 根据权利要求9所述的信号检测装置，其特征在于，每个序列位置组均包括第一序列位置、第二序列位置、第三序列位置与第四序列位置；每个序列位置组均满足：所述第一序列位置与所述第四序列位置的概率值均小于概率门限，所述第二序列位置、所述第三序列位置，以及所述第二序列位置与所述第三序列位置之间各序列位置的概率值均大于所述概率门限；所述第一序列位置与所述第二序列位置为相邻的两个序列位置，所述第三序列位置与所述第四序列位置为相邻的两个序列位置；

所述片段提取模块，具体用于：根据每个序列位置组中的第二序列位置与第三序列位置，提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号。

11. 根据权利要求9所述的信号检测装置，其特征在于，所述片段提取模块，还用于：

在所述时变互相关函数的函数值的最大值与最小值之间等间隔划分出所述多个函数值区间。

12. 根据权利要求9所述的信号检测装置，其特征在于，所述片段提取模块，具体用于：

将所述第一信号与所述第二信号共轭相乘，并基于固定长度执行滑动平均操作，得到所述时变互相关函数。

13. 根据权利要求9至12任一项所述的信号检测装置，其特征在于，所述判断模块，具体用于：

计算所述目标特征与N组参考特征的欧式距离，得到N个欧式距离；每一组参考特征对应于无人机信号的一种类别，每组参考特征均包括互相关特征与累积量特征；其中的N大于或等于1；

根据所述N个欧式距离，判断所述目标信号是否为识别模型未知的新类别的无人机信号。

14. 根据权利要求13所述的信号检测装置，其特征在于，所述N组参考特征为识别模型的N个聚类中心，所述N个聚类中心是针对多对训练用片段信号的训练用特征进行聚类而确定的，所述训练用特征包括对应的一对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征。

15. 根据权利要求13所述的信号检测装置，其特征在于，所述判断模块，具体用于：

若所述N个欧式距离中最小的欧式距离大于预设的距离门限，则确定所述目标信号为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

16. 根据权利要求9至12任一项所述的信号检测装置，其特征在于，所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征包括以下至少之一：

所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关系数；

所述互相关系数的相位；

所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关函数的峰均比；

所述累积量特征包括以下至少之一：

二阶累积量特征；

四阶累积量特征；

六阶累积量特征。

17. 一种电子设备, 其特征在于, 包括处理器与存储器, 所述存储器, 用于存储代码和相关数据; 所述处理器, 用于执行所述存储器中的代码用以实现权利要求1至8任一项所述的方法。

18. 一种存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现权利要求1至8任一项所述的方法。

信号检测方法、装置、电子设备与存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机领域,尤其涉及一种信号检测方法、装置、电子设备与存储介质。

背景技术

[0002] 随着无人机技术的不断发展,越来越多的消费级无人机被应用在普通人的日常生活。与无人机技术的日渐成熟相比,无人机的监管技术则比较落后,尤其是飞机场等禁飞区域附近的监管,更为缺乏。为了保障低空区域的交通安全,防止无人机闯入禁飞区域附近,造成不必要的安全事故,对无人机进行检测预警变得极其重要。

[0003] 现有的检测方式中,极度依赖于信号的先验参数(例如需先确定标准协议的相关参数),在未确定先验参数的情况下,难以有效检测出是否出现未知的新类别的无人机信号。

发明内容

[0004] 本发明提供一种信号检测方法、装置、电子设备与存储介质,以解决现有的检测方式中,极度依赖于信号的先验参数的问题。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供了一种信号检测方法,包括:

[0006] 获取待测无人机的目标信号,所述目标信号包括第一通道接收到的第一信号,以及第二通道接收到的第二信号;

[0007] 根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号;所述第一片段信号在所述第一信号中的位置与所述第二片段信号在所述第二信号中的位置相匹配;

[0008] 确定所述第一片段信号与所述第二片段信号的目标特征,所述目标特征包括所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征,以及所述第一片段信号与所述第二片段信号的合并后信号的累积量特征;

[0009] 根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号。

[0010] 可选的,根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号,包括:

[0011] 确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数;

[0012] 计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息;

[0013] 根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号。

[0014] 可选的,所述概率分布信息包括多个概率值形成的概率分布序列;所述概率分布序列中,所述多个概率值是依据对应函数值区间的大小排序的;

[0015] 根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号,包括:

[0016] 根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号,包括:

[0017] 根据预设的概率门限,在所述概率分布序列中确定至少一个序列位置组,并根据每个序列位置组中的第二序列位置与第三序列位置,提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号;

[0018] 其中的每个序列位置组均包括第一序列位置、第二序列位置、第三序列位置与第四序列位置;每个序列位置组均满足:所述第一序列位置与所述第四序列位置的概率值均小于概率门限,所述第二序列位置、所述第三序列位置,以及所述第二序列位置与所述第三序列位置之间各序列位置的概率值均大于所述概率门限;所述第一序列位置与所述第二序列位置为相邻的两个序列位置,所述第三序列位置与所述第四序列位置为相邻的两个序列位置。

[0019] 可选的,计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息之前,还包括:

[0020] 在所述时变互相关函数的函数值的最大值与最小值之间等间隔划分出所述多个函数值区间。

[0021] 可选的,确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数,包括:

[0022] 将所述第一信号与所述第二信号共轭相乘,并基于固定长度执行滑动平均操作,得到所述时变互相关函数。

[0023] 可选的,根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号,包括:

[0024] 计算所述目标特征与N组参考特征的欧式距离,得到N个欧式距离;每一组参考特征对应于无人机信号的一种类别,每组参考特征均包括互相关特征与累积量特征;其中的N大于或等于1;

[0025] 根据所述N个欧式距离,判断所述目标信号是否为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0026] 可选的,所述N组参考特征为识别模型的N个聚类中心,所述N个聚类中心是针对多对训练用片段信号的训练用特征进行聚类而确定的,所述训练用特征包括对应的一对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征。

[0027] 可选的,根据所述N个欧式距离,判断所述目标信号是否为所述识别模型未知的新类别的无人机信号,包括:

[0028] 若所述N个欧式距离中最小的欧式距离大于预设的距离门限,则确定所述目标信号为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0029] 可选的,所述互相关特征包括以下至少之一:

[0030] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关系数;

[0031] 所述互相关系数的相位;

[0032] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关函数的峰均比;

[0033] 所述累积量特征包括以下至少之一:

[0034] 二阶累积量特征;

[0035] 四阶累积量特征;

[0036] 六阶累积量特征。

[0037] 根据本发明的第二方面,提供了一种信号检测装置,包括:

[0038] 获取模块,用于获取待测无人机的目标信号,所述目标信号包括第一通道接收到的第一信号,以及第二通道接收到的第二信号;

[0039] 片段提取模块,用于根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号;所述第一片段信号在所述第一信号中的位置与所述第二片段信号在所述第二信号中的位置相匹配;

[0040] 特征确定模块,用于确定所述第一片段信号与所述第二片段信号的目标特征,所述目标特征包括所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征,以及所述第一片段信号与所述第二片段信号的合并后信号的累积量特征;

[0041] 判断模块,用于根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号。

[0042] 可选的,所述片段提取模块,具体用于:

[0043] 确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数;

[0044] 计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息;

[0045] 根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号。

[0046] 可选的,所述概率分布信息包括多个概率值形成的概率分布序列;所述概率分布序列中,所述多个概率值是依据对应函数值区间的大小排序的;

[0047] 所述片段提取模块,具体用于:

[0048] 根据预设的概率门限,在所述概率分布序列中确定至少一个序列位置组,并根据每个序列位置组中的第二序列位置与第三序列位置,提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号;

[0049] 其中的每个序列位置组均包括第一序列位置、第二序列位置、第三序列位置与第四序列位置;每个序列位置组均满足:所述第一序列位置与所述第四序列位置的概率值均小于概率门限,所述第二序列位置、所述第三序列位置,以及所述第二序列位置与所述第三序列位置之间各序列位置的概率值均大于所述概率门限;所述第一序列位置与所述第二序列位置为相邻的两个序列位置,所述第三序列位置与所述第四序列位置为相邻的两个序列位置。

[0050] 可选的,所述片段提取模块,还用于:

[0051] 在所述时变互相关函数的函数值的最大值与最小值之间等间隔划分出所述多个函数值区间。

[0052] 可选的,所述片段提取模块,具体用于:

[0053] 将所述第一信号与所述第二信号共轭相乘,并基于固定长度执行滑动平均操作,得到所述时变互相关函数。

[0054] 可选的,所述判断模块,具体用于:

[0055] 计算所述目标特征与N组参考特征的欧式距离,得到N个欧式距离;每一组参考特征对应于无人机信号的一种类别,每组参考特征均包括互相关特征与累积量特征;

[0056] 其中的N大于或等于1;

[0057] 根据所述N个欧式距离,判断所述目标信号是否为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0058] 可选的,所述N组参考特征为识别模型的N个聚类中心,所述N个聚类中心是针对多对训练用片段信号的训练用特征进行聚类而确定的,所述训练用特征包括对应的一对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征。

[0059] 可选的,所述判断模块,具体用于:

[0060] 若所述N个欧式距离中最小的欧式距离大于预设的距离门限,则确定所述目标信号为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0061] 可选的,所述互相关特征包括以下至少之一:

[0062] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关系数;

[0063] 所述互相关系数的相位;

[0064] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关函数的峰均比;

[0065] 所述累积量特征包括以下至少之一:

[0066] 二阶累积量特征;

[0067] 四阶累积量特征;

[0068] 六阶累积量特征。

[0069] 根据本发明的第三方面,提供了一种电子设备,包括处理器与存储器,

[0070] 所述存储器,用于存储代码和相关数据;

[0071] 所述处理器,用于执行所述存储器中的代码用以实现第一方面及其可选方案涉及的方法。

[0072] 根据本发明的第四方面,提供了一种存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现第一方面及其可选方案涉及的方法。

[0073] 本发明提供的信号检测方法、装置、电子设备与存储介质中,可利用双通道接收并检测信号,其中,通过互相关函数,可有助于提取出高相关的片段,进一步的,通过所提取的片段信号的目标特征,可以为信号识别提供准确的依据,进而,本发明判断依据的形成和使用可不依赖于先验经验;例如,即便未预先获悉无人机的协议及其对应的相关参数,本发明依旧可以准确检测出是否出现未知的新类别的无人机信号。

附图说明

[0074] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0075] 图1是本发明一实施例中信号检测方法的流程示意图;

[0076] 图2是本发明一实施例中步骤S12的流程示意图;

[0077] 图3a是本发明一实施例中第一信号的示意图;

[0078] 图3b是本发明一实施例中第二信号的示意图;

[0079] 图3c是本发明一实施例中时变互相关函数的示意图;

[0080] 图4是本发明一实施例中步骤S14的流程示意图;

[0081] 图5是本发明一实施例中信号检测装置的程序模块示意图;

[0082] 图6是本发明一实施例中电子设备的构造示意图。

具体实施方式

[0083] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0084] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0085] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0086] 本发明实施例所涉及的信号检测方法、装置应用于任意能够获取到无人机信号的设备,例如可应用于对无人机进行监管的监管设备,也可应用于其他设备而不限于该监管设备。

[0087] 其中的无人机,可以理解为是不载人的受控飞行的设备,具体可以是应用于任意场景的无人机。

[0088] 请参考图1,信号检测方法,包括:

[0089] S11:获取待测无人机的目标信号,所述目标信号包括第一通道接收到的第一信号,以及第二通道接收到的第二信号;

[0090] S12:根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号;所述第一片段信号在所述第一信号中的位置与所述第二片段信号在所述第二信号中的位置相匹配;

[0091] S13:确定所述第一片段信号与所述第二片段信号的目标特征;

[0092] S14:根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号。

[0093] 其中的第一信号与第二信号,可以通过两个通道同时接收到的信号,也可以是不完全相同的时段(但具有重合时段)通过两个通道所接收到的信号。其中的两个通道可以指双通道接收机接收到的,也可以是多通道接收机通过其两个通道接收到的,还可以是不同接收机接收到的。

[0094] 其中的目标特征,具体可以包括所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征,以及所述第一片段信号与所述第二片段信号的合并后信号的累积量特征。可见,通过该目标特征,可体现出信号之间的相关性以及整体的信号特点,进而,可较为准确地体现出不同类别信号之间的差异性,从而使得检测结果较为准确。

[0095] 可见,本发明实施例中,可利用双通道接收并检测信号,其中,通过互相关函数,可有助于提取出高相关的片段,进一步的,通过所提取的片段信号的目标特征,可以为信号识别提供准确的依据,进而,本发明实施例判断依据的形成和使用可不依赖于先验经验;例如,即便未预先获悉无人机的协议及其对应的相关参数,本发明实施例依旧可以准确检测

出是否出现未知的新类别的无人机信号。

[0096] 其中一种实施方式中,请参考图2,步骤S12可以包括:

[0097] S121:确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数;

[0098] S123:计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息;

[0099] S124:根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号。

[0100] 步骤S121中的时变互相关函数,可反映随时间变化的两路信号(即第一信号与第二信号)之间的相关性,从而为基于这种相关性而提取出片段信号提供依据。

[0101] 其中一种实施方式中,步骤S121具体可以包括:

[0102] 将所述第一信号与所述第二信号共轭相乘,并基于固定长度执行滑动平均操作,得到所述时变互相关函数。

[0103] 一种具体的举例中,时变互相关函数可根据以下公式计算:

[0104] $R_y(t) = \text{Avg}(y_1^*(t) \cdot y_2(t), L)$;

[0105] 其中:

[0106] $R_y(t)$ 表征了双通道信号的时变互相关函数;

[0107] $y_1^*(t)$ 表征了第一信号的共轭;

[0108] $y_2(t)$ 表征了第二信号;

[0109] L 为滑动平均的固定长度,例如可以为200。

[0110] 以上所涉及的时变互相关函数、第一信号与第二信号可以参照图3a、图3b与图3c的举例理解,其中,横轴表示时间,竖轴表示信号幅值。

[0111] 步骤S122中的函数值区间可以指基于任意逻辑划定的区间。一种实施方式中,该区间可以是基于函数值的最大值与最小值划分的,进而,请参考图2,在步骤S122之前,还可包括:

[0112] S122:在所述时变互相关函数的函数值的最大值与最小值之间等间隔划分出所述多个函数值区间。

[0113] 其中的概率分布信息,可以是基于各函数值相对于函数值区间的分布概率而得到的任意信息,一种实施方式中,概率分布信息可以包括多个概率值(即前文中计算分布概率而得到的每个函数值区间对应的函数值)形成的概率分布序列;所述概率分布序列中,所述多个概率值是依据对应函数值区间的大小排序的。由于函数值在函数对应的图中可表达为线条的幅值,故而,其中的概率分布序列,也可描述为幅值概率分布序列。

[0114] 可见,以上方案中,可以根据时变互相关函数的最大值和最小值确定幅度分布范围,将该范围等间隔划分为多个函数值区间(例如 Q 个区间),统计时变互相关函数的函数值落在每个区间的概率,从而得到幅度概率分布序列。

[0115] 其中一种实施方式中,请参考图4,步骤S124可以包括:

[0116] 根据预设的概率门限,在所述概率分布序列中确定至少一个序列位置组,并根据每个序列位置组中的第二序列位置与第三序列位置,提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号;

[0117] 其中的每个序列位置组均包括第一序列位置、第二序列位置、第三序列位置与第四序列位置;每个序列位置组均满足:所述第一序列位置与所述第四序列位置的概率值均

小于概率门限,所述第二序列位置、所述第三序列位置,以及所述第二序列位置与所述第三序列位置之间各序列位置的概率值均大于所述概率门限;所述第一序列位置与所述第二序列位置为相邻的两个序列位置,所述第三序列位置与所述第四序列位置为相邻的两个序列位置。

[0118] 在具体举例中,可以遍历序列中的各个序列位置,从而实现以上过程:

[0119] 假定概率门限为 P_{th} ,该概率门限 P_{th} 例如可以为0.01,从幅度概率分布序列中寻找两个相邻概率值 v_1, v_2 ,满足条件 $v_1 < P_{th}$ 和 $v_2 > P_{th}$ 作为分布起始位置,再从 v_2 所对应的位置之后寻找两个相邻概率值 v_3, v_4 ,满足条件 $v_3 > P_{th}$ 和 $v_4 < P_{th}$ 作为分布结束位置,则可根据概率 v_2, v_3 所对应幅度 a_2, a_3 截取信号片段,具体地,根据 (a_2, a_3) 所确定的信号片段范围,从时变互相关函数中确定互相关函数值在 (a_2, a_3) 范围的信号索引(该索引可理解为表征了对应的时间、时间段,即:通过该索引可体现出所找出的信号片段是哪些时间的信号),根据索引分别从双通道接收信号中提取信号片段 $s_1(t), s_2(t)$ 。之后从 v_4 所对应的位置继续前述寻找过程,直到幅度概率分布序列遍历完成。

[0120] 其中的概率值 v_1, v_2 的序列位置可理解为前文所涉及的第一序列位置与第二序列位置,其中的函数值 v_3, v_4 的序列位置可理解为前文所涉及的第三序列位置与第四序列位置。

[0121] 步骤S13中的累积量特征例如可以包括以下至少之一:

[0122] 二阶累积量特征;

[0123] 四阶累积量特征;

[0124] 六阶累积量特征。

[0125] 对应的,步骤S13中可以包括:

[0126] 将两个通道分别提取的信号片段 $s_1(t), s_2(t)$ 融合为一路信号 $s(t)$,融合方式可选等增益合并,最大比合并等多通道信号合并方式;之后提取信号 $s(t)$ 的二阶累积量 \hat{C}_{20} ,四阶累积量 \hat{C}_{40} ,以及六阶累积量 \hat{C}_{60} 。

[0127] 其中的二阶累积量 \hat{C}_{20} ,四阶累积量 \hat{C}_{40} ,以及六阶累积量 \hat{C}_{60} 可根据以下公式计算:

$$[0128] \quad \hat{C}_{20} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N s^2(n)$$

$$[0129] \quad \hat{C}_{40} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N s^4(n) - 3\hat{C}_{20}^2$$

$$[0130] \quad \hat{C}_{60} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N s^6(n) - 15 * \hat{C}_{20} * \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N s^4(n) + 30\hat{C}_{20}^3$$

[0131] 步骤S13中的互相关特征可例如包括以下至少之一:

[0132] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关系数;

[0133] 所述互相关系数的相位;

[0134] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关函数的峰均比。

[0135] 对应的,步骤S13中可以包括:计算第一片段信号 $s_1(t)$ 与第二片段信号 $s_2(t)$ 的互

相关系数 $R_{1,2}$;具体的计算过程可参照以下公式理解:

$$[0136] \quad R_{1,2} = \frac{E[s_1^*(t) \cdot s_2(t)]}{\|s_1(t)\| \cdot \|s_2(t)\|}$$

[0137] 其中:

[0138] $s_1^*(t)$ 表示了第一片段信号的共轭;

[0139] $s_2(t)$ 表示了第二片段信号;

[0140] $s_1(t)$ 表示了第一片段信号;

[0141] $E()$ 为求期望值函数。

[0142] 步骤S13中还可以包括:

[0143] 计算互相关系数 $R_{1,2}$ 的相位 $\varphi_{1,2}$;具体的计算过程可参照以下公式理解:

$$[0144] \quad \varphi_{1,2} = \tan^{-1} \frac{\text{imag}(R_{1,2})}{\text{real}(R_{1,2})}$$

[0145] 其中:

[0146] $\text{real}()$ 函数是求实部的函数;

[0147] $\text{imag}()$ 函数是求虚部的函数。

[0148] 步骤S13中还可以包括:

[0149] 计算信号片段 $s_1(t)$, $s_2(t)$ 的互相关函数 $R_s(\tau)$, 及其峰均比 papr , 其中, 信号的峰均比 papr 为互相关函数的最大值和平均值的比值。

[0150] 其中的互相关函数 $R_s(\tau)$ 可通过以下公式确定:

$$[0151] \quad R_s(\tau) = E[s_1^*(t) \cdot s_2(t+\tau)]$$

[0152] 其中:

[0153] $s_1^*(t)$ 表示了第一片段信号的共轭;

[0154] $s_2(t+\tau)$ 表示了第二片段信号滑动 τ 之后的信号;

[0155] $E()$ 为求期望值函数。

[0156] 其中的峰均比 papr 可通过以下公式确定:

$$[0157] \quad \text{papr} = \frac{\max(R_s(\tau))}{\text{avg}(R_s(\tau))}$$

[0158] 其中:

[0159] $\max()$ 为取最大值函数;

[0160] $\text{avg}()$ 为取平均值函数。

[0161] 此外, 峰均比对应的峰均比门限可例如为20。

[0162] 步骤S14中的未知的新类别的无人机信号, 可以指设备无法或不适于将其非常准确地分类到对应类别的无人机信号。

[0163] 其中一种实施方式中, 请参考图4, 步骤S14可以包括:

[0164] S141: 计算所述目标特征与N组参考特征的欧式距离, 得到N个欧式距离; 每一组参考特征对应于无人机信号的一种类别, 每组参考特征均包括互相关特征与累积量特征; 其中的N大于或等于1;

[0165] S142:根据所述N个欧式距离,判断所述目标信号是否为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0166] 所述N组参考特征为识别模型的N个聚类中心,所述N个聚类中心是针对多对训练用片段信号的训练用特征进行聚类而确定的,所述训练用特征包括对应的一对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征。

[0167] 故而,步骤S141具体可以指:计算所述目标特征与识别模型的N个聚类中心之间的欧式距离,得到N个欧式距离。

[0168] 其中一种实施方式中,所述N组参考特征为识别模型的N个聚类中心,所述N个聚类中心是针对多对训练用片段信号的训练用特征进行聚类而确定的,所述训练用特征包括对应的一对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征。

[0169] 其中的识别模型,可理解为被训练后,可以针对所输入的目标特征将其分类到对应类别的模型,故而,除了步骤S142,本发明实施例还可包括:若在N个欧式距离中,最小欧式距离小于门限值,则可确定待测无人机的目标信号属于最小欧式距离所对应的信号类别(即计算出该最小欧氏距离的聚类中心所对应的信号类别)。

[0170] 其中的任意一对训练用片段信号,可例如是在训练时以类似于步骤S11、S12的方式提取到的,在训练时,可采用类似步骤S13的方式确定该对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征,然后将各对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征均输入识别模型,识别模型可对所接收到的特征进行聚类,得到各多个簇,每个簇具有一个聚类中心(单个聚类中心记载了一组互相关特征与累积量特征)。在具体举例中,可基于kmeans聚类方法对训练用信号片段的特征进行聚类,得到多个聚类中心。部分举例中,聚类中心的数量(即簇的数量)可例如为5。其数量可以任意配置而不脱离本发明实施例的范围。

[0171] kmeans聚类方法是指将一堆没有标签的数据自动划分成几类的方法,属于无监督学习方法,该方法把相似的、差异小的样本聚成一簇,最终形成多个簇,使同一个簇内部的样本相似度高,不同簇之间相似度低。

[0172] 在检测时,可根据测试信号的特征与聚类中心的距离判断是否出现新的无人机信号。在步骤S142中,采用了欧式距离来进行判断,具体的,在步骤S142中,包括:

[0173] 若所述N个欧式距离中最小的欧式距离大于预设的距离门限,则确定所述目标信号为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0174] 其中的距离门限sig_th可例如为0.1。

[0175] 若最小的欧式距离未大于预设的距离门限,则判断未出现新的无人机信号。

[0176] 此外,在训练时以类似于步骤S11、S12的方式提取到的训练用片段信号,以及采用类似步骤S13的方式确定该对训练用片段信号的互相关特征与累积量特征的过程可例如描述为:

[0177] 获取训练用无人机的训练用信号,所述训练用信号包括第一通道接收到的第一训练用信号,以及第二通道接收到的第二训练用信号;

[0178] 根据所述第一训练用信号与所述第二训练用信号的互相关函数,提取所述第一训练用信号中的第一训练用片段信号与所述第二训练用信号中的第二训练用片段信号;所述第一训练用片段信号在所述第一训练用信号中的位置与所述第二训练用片段信号在所述第二训练用信号中的位置相匹配;

[0179] 确定所述第一训练用片段信号与所述第二训练用片段信号的训练用特征,所述目标特征包括所述第一训练用片段信号与所述第二训练用片段信号的互相关特征,以及所述第一训练用片段信号与所述第二训练用片段信号的合并后信号的累积量特征。

[0180] 以上过程的具体内容,可参照步骤S11、S12、S13展开。

[0181] 可见,本发明具体方案提供的实际是基于双通道信号接收的特征提取与信号检测方法,是一种无监督式的信号检测方法,基于双通道接收信号的特征提取具有很好的抗噪声和抗信号衰落效果;无监督式的信号检测通过对环境信号的提前学习建立信号检测模型,对新出现的信号进行判别。该方法检测灵敏度高,检测速度快,无需信号先验信息,能够弥补当前市场上各种信号检测方法的缺陷。

[0182] 综上所述,本发明实施例提供的信号检测方法中,可利用双通道接收并检测信号,其中,通过互相关函数,可有助于提取出高相关的片段,进一步的,通过所提取的片段信号的目标特征,可以为信号识别提供准确的依据,进而,本发明判断依据的形成和使用可不依赖于先验经验;例如,即便未预先获悉无人机的协议及其对应的相关参数,本发明依旧可以准确检测出是否出现未知的新类别的无人机信号。

[0183] 请参考图5,本发明实施例还提供了一种信号检测装置200,包括:

[0184] 获取模块201,用于获取待测无人机的目标信号,所述目标信号包括第一通道接收到的第一信号,以及第二通道接收到的第二信号;

[0185] 片段提取模块202,用于根据所述第一信号与所述第二信号的互相关函数,提取所述第一信号中的第一片段信号与所述第二信号中的第二片段信号;所述第一片段信号在所述第一信号中的位置与所述第二片段信号在所述第二信号中的位置相匹配;

[0186] 特征确定模块203,用于确定所述第一片段信号与所述第二片段信号的目标特征,所述目标特征包括所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关特征,以及所述第一片段信号与所述第二片段信号的合并后信号的累积量特征;

[0187] 判断模块204,用于根据所述目标特征,判断所述目标信号是否为未知的新类别的无人机信号。

[0188] 可选的,所述片段提取模块202,具体用于:

[0189] 确定所述第一信号与所述第二信号的时变互相关函数;

[0190] 计算所述时变互相关函数的函数值在多个函数值区间的分布概率,得到概率分布信息;

[0191] 根据所述概率分布信息,提取所述第一片段信号与所述第二片段信号。

[0192] 可选的,所述概率分布信息包括多个概率值形成的概率分布序列;所述概率分布序列中,所述多个概率值是依据对应函数值区间的大小排序的;

[0193] 所述片段提取模块202,具体用于:

[0194] 根据预设的概率门限,在所述概率分布序列中确定多个目标序列位置;

[0195] 根据预设的概率门限,在所述概率分布序列中确定至少一个序列位置组,并根据每个序列位置组中的第二序列位置与第三序列位置,提取每个序列位置组对应的第一片段信号与第二片段信号;

[0196] 其中的每个序列位置组均包括第一序列位置、第二序列位置、第三序列位置与第四序列位置;每个序列位置组均满足:所述第一序列位置与所述第四序列位置的概率值均

小于概率门限,所述第二序列位置、所述第三序列位置,以及所述第二序列位置与所述第三序列位置之间各序列位置的概率值均大于所述概率门限;所述第一序列位置与所述第二序列位置为相邻的两个序列位置,所述第三序列位置与所述第四序列位置为相邻的两个序列位置。

[0197] 可选的,所述片段提取模块202,还用于:

[0198] 在所述时变互相关函数的函数值的最大值与最小值之间等间隔划分出所述多个函数值区间。

[0199] 可选的,所述片段提取模块202,具体用于:

[0200] 将所述第一信号与所述第二信号共轭相乘,并基于固定长度执行滑动平均操作,得到所述时变互相关函数。

[0201] 可选的,所述判断模块204,具体用于:

[0202] 计算所述目标特征与识别模型的N个聚类中心之间的欧式距离,得到N个欧式距离,所述N个聚类中心是针对多对训练用片段信号的训练用特征进行聚类而确定的,所述训练用特征包括对应的一对信号片段的互相关特征与累积量特征;每个聚类中心对应于无人机信号的一种类别,且每个聚类中心记载了对应的一组互相关特征与累积量特征;其中的N大于或等于1;

[0203] 根据所述N个欧式距离,判断所述目标信号是否为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0204] 可选的,所述判断模块204,具体用于:

[0205] 若所述N个欧式距离中最小的欧式距离大于预设的距离门限,则确定所述目标信号为所述识别模型未知的新类别的无人机信号。

[0206] 可选的,所述互相关特征包括以下至少之一:

[0207] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关系数;

[0208] 所述互相关系数的相位;

[0209] 所述第一片段信号与所述第二片段信号的互相关函数的峰均比;

[0210] 所述累积量特征包括以下至少之一:

[0211] 二阶累积量特征;

[0212] 四阶累积量特征;

[0213] 六阶累积量特征。

[0214] 综上所述,本发明实施例提供的信号检测装置中,可利用双通道接收并检测信号,其中,通过互相关函数,可有助于提取出高相关的片段,进一步的,通过所提取的片段信号的目标特征,可以为信号识别提供准确的依据,进而,本发明判断依据的形成和使用可不依赖于先验经验;例如,即便未预先获悉无人机的协议及其对应的相关参数,本发明依旧可以准确检测出是否出现未知的新类别的无人机信号。

[0215] 请参考图6,提供了一种电子设备30,包括:

[0216] 处理器31;以及,

[0217] 存储器32,用于存储所述处理器的可执行指令;

[0218] 其中,所述处理器31配置为经由执行所述可执行指令来执行以上所涉及的方法。

[0219] 处理器31能够通过总线33与存储器32通讯。

[0220] 本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现以上所涉及的方法。

[0221] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0222] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

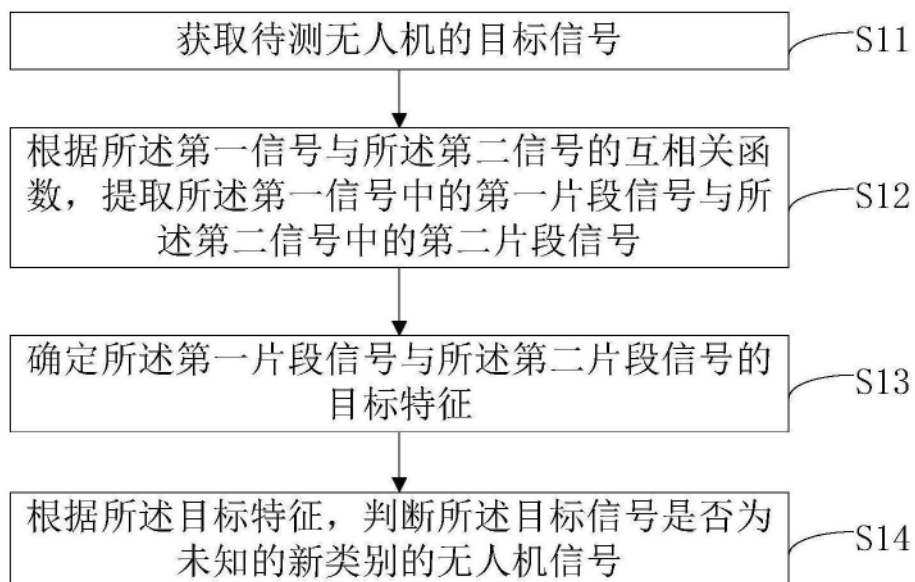


图1

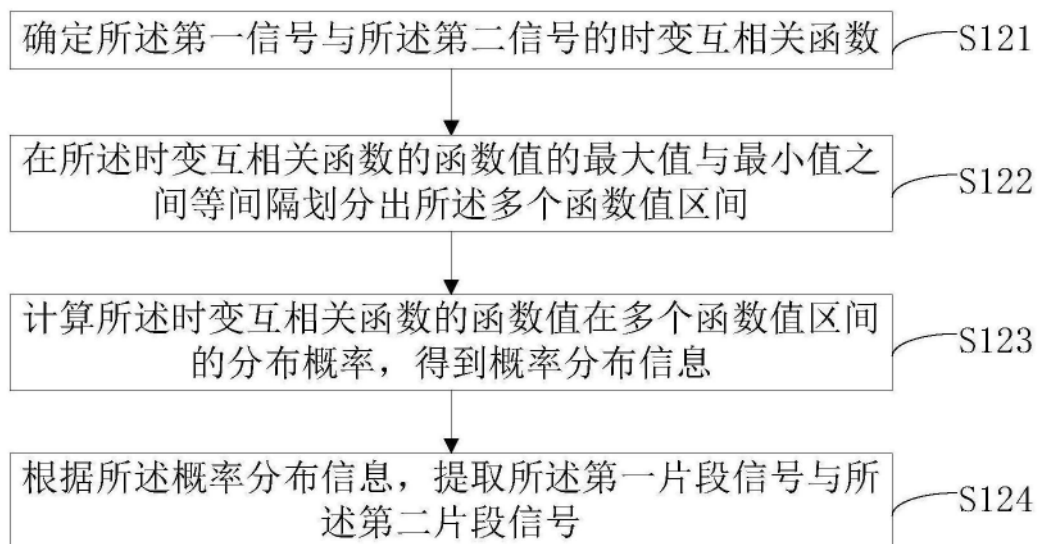


图2

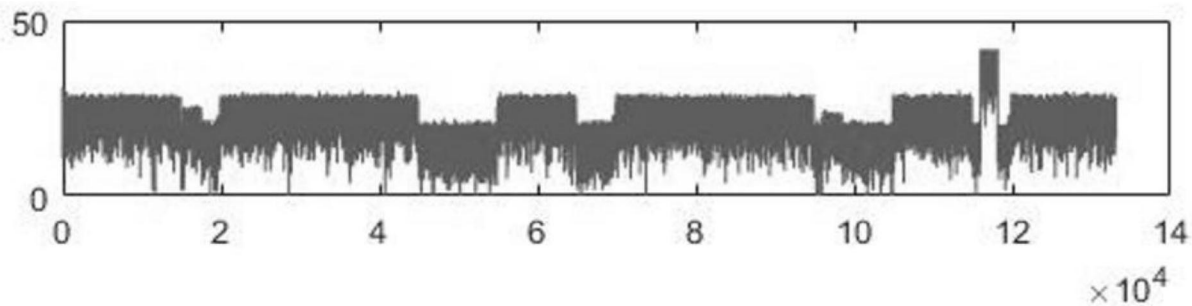


图3a

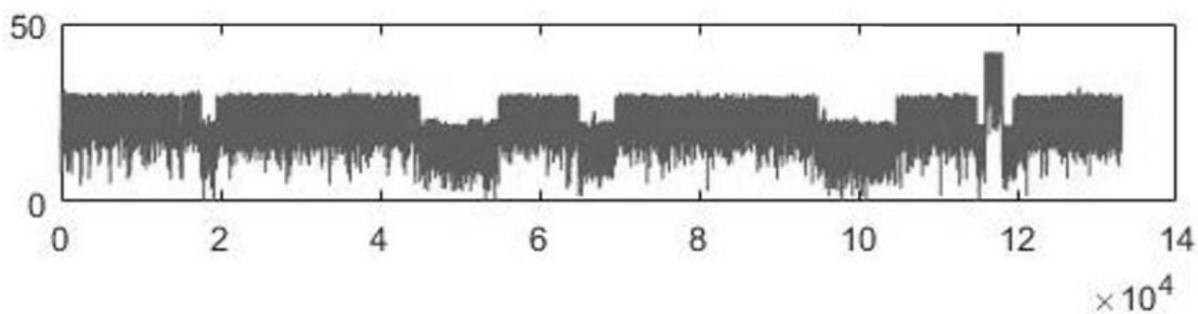


图3b

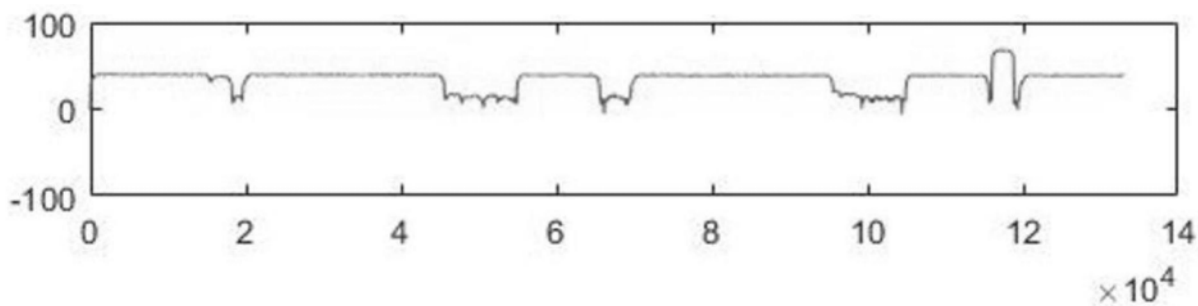


图3c

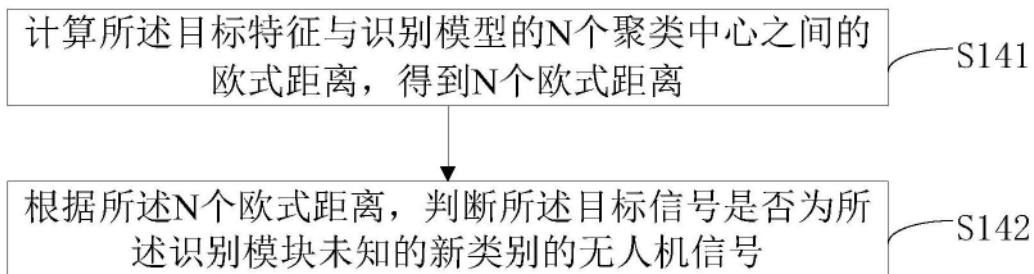


图4

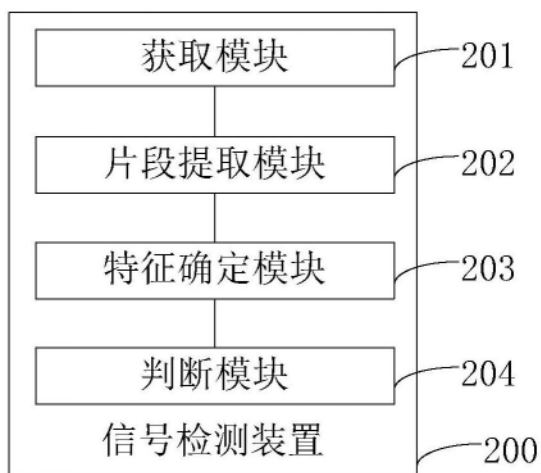


图5

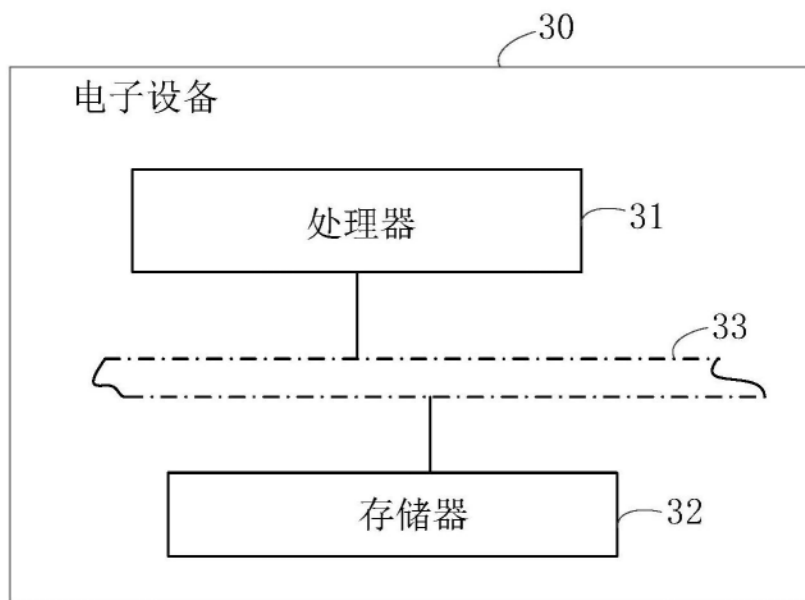


图6