



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112564735 B

(45) 授权公告日 2022.05.31

(21) 申请号 202011455365.5

H04K 3/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.10

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107566079 A, 2018.01.09

申请公布号 CN 112564735 A

CN 108199802 A, 2018.06.22

(43) 申请公布日 2021.03.26

US 4517568 A, 1985.05.14

(73) 专利权人 杭州星辰大海科技有限公司

CN 109921874 A, 2019.06.21

地址 310016 浙江省杭州市钱塘新区白杨

CN 109004951 A, 2018.12.14

街道2号大街501号6-403

CN 106932753 A, 2017.07.07

审查员 王静

(72) 发明人 庞宁 单国峰 陈剑锋 金颖

武帅

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公

司 33200

专利代理师 刘静

(51) Int. Cl.

H04B 1/715 (2011.01)

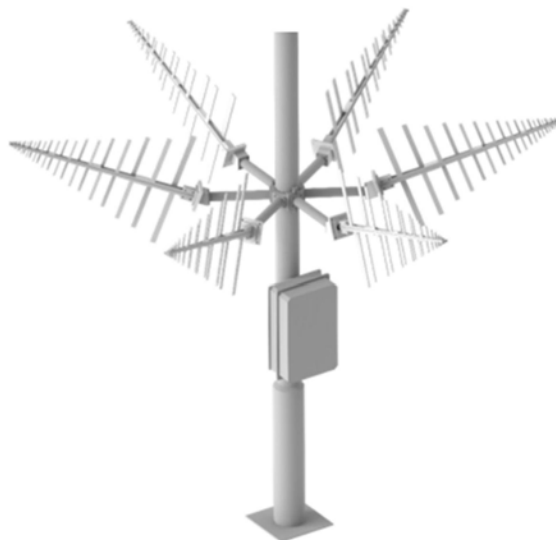
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置,该装置包含多个定向天线、天线选择控制模块、功率放大器和综合信号处理机。通过信号强度最大的天线确定无人机大致方向。综合信号处理机具备多种信号处理算法,基于RSS和简单阈值规则侦察入侵的无人机,通过谱瀑布图等模式识别算法分析无人机遥控信号的跳频通道数和跳频周期,最后产生干扰信号,通过指定的天线发射,压制无人机遥控信号,使其返航或者迫降。本发明通过学习、跟踪跳频信号,产生干扰信号压制跳频信号,压制精准,无人机产生的误码率高,大幅提高了干通比。压制信号只产生对应窄频段干扰信号,与周边其他信号重合的概率很小,因此具有对周边电磁环境干扰小的特点。



1. 一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置,其特征在于,该装置包含多个鱼骨天线、天线选择控制模块、功率放大器、综合信号处理机;

所述天线选择控制模块用于实现鱼骨天线在侦测和发射两种工作模式之间的切换;所述多个鱼骨天线均与综合信号处理机相连,通过比较多个侦测工作模式的鱼骨天线电平信号大小,电平信号最大的天线所指的方向为无人机方向;所述的鱼骨天线包括6根0.4-6GHz天线,6根天线均匀排布形成一个圈,在时间上切换工作,覆盖360°范围;通过天线选择控制模块切换工作模式。天线侦测信号通过综合信号处理机处理,完成无人机发现、方向估计;所述无人机发现、方向估计具体如下:首先通过天线选择控制模块轮询6根鱼骨天线,对0.4-6GHz全频带侦测,如果发现接收的信号强度RSS超过阈值,且没有合法的信标,则判断为入侵无人机;其次比较6根侦测工作模式的鱼骨天线电平信号大小,选择信号最大的天线所指的方向作为无人机的方向;综合信号处理机产生干扰信号,通过功率放大器和天线选择控制模块,在无人机所在方向的天线发射,实现对无人机的反制;所述综合信号处理机通过谱瀑布图分析识别无人机信号的频带通道数和跳频周期;所述识别无人机信号的频带通道数和跳频周期具体过程如下:首先使用谱瀑布图分析方法,画出三维图谱,显示连续时间间隔信号的频谱;然后根据侦测到的跳频信号最小频率和最大频率,基于无人机跳频通道具有相同带宽的特征,识别无人机跳频信号的通道数以及跳频周期;综合信号处理机在一个跳频周期内完成频率测量与干扰信号生成;最后通过天线选择控制模块将鱼骨天线的侦测工作模式切换为发射工作模式,经过功率放大器后发射设定功率的干扰信号,压制无人机控制信号;所述实现对无人机的反制具体为:基于识别的跳频信号的跳频周期,在跳频周期的前半部分时间侦测频率,在跳频周期的后半部分时间设置生成侦测频率的干扰信号,并通过功率放大器形成合适的功率,使得干扰信号信噪比达到10dB,并通过天线选择控制模块选择无人机所在方向的天线,发射干扰信号压制无人机控制信号,使其返航或者迫降。

## 一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机信号检测及干扰领域,具体涉及一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,以多旋翼无人机为主的小型民用无人机市场迎来井喷式的增长,无人机已广泛应用到工业、民生等方面。然而,由于目前缺乏有效的管制,全世界各地无人机的“黑飞”、“滥飞”事件频发,严重危害了个人隐私安全、公共场所安全、航空安全以及国家安全。因此,反无人机系统的研发受到了国内外的高度重视。常见的反无人机手段包括视频、音频、雷达、射频等,每种技术都存在各自优势和局限性,射频技术集检测和反制于一体,越来越受到重视,并已成为实际反无人机的一种主流方法。然而,射频干扰反制通常采用大范围频段,这虽然可以压制无人机遥控信号,但是也会影响周围其他的射频设备,因此急需研发一种针对无人机跳频信号的窄频段干扰信号,减少对周围电磁环境的干扰。

### 发明内容

[0003] 针对现有无人机检测和识别手段的不足,本发明公开了一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置,该装置通过比较多个侦测天线电平信号大小确定无人机大致方向;然后信号处理机采用模式识别技术识别无人机遥控信号的频带通道数和跳频周期;接着信号处理机在一个周期内完成频率测量与干扰信号生成;最后通过天线选择控制模块切换侦测天线成为发射天线,经过功率放大器发射设定功率的干扰信号,压制无人机控制信号。

[0004] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置,该装置包含多个鱼骨天线、天线选择控制模块、功率放大器、综合信号处理机;

[0005] 所述天线选择控制模块用于实现鱼骨天线在侦测和发射两种工作模式之间的切换;所述多个鱼骨天线均与综合信号处理机相连,通过比较多个侦测工作模式的鱼骨天线电平信号大小,电平信号最大的天线所指的方向为无人机方向;所述综合信号处理机通过谱瀑布图分析识别无人机信号的频带通道数和跳频周期;综合信号处理机在一个跳频周期内完成频率测量与干扰信号生成;最后通过天线选择控制模块将鱼骨天线的侦测工作模式切换为发射工作模式,经过功率放大器后发射设定功率的干扰信号,压制无人机控制信号。

[0006] 进一步地,所述的鱼骨天线包括6根0.4-6GHz天线,6根天线均匀排布形成一个圈,在时间上切换工作,覆盖360°范围。通过天线选择控制模块切换工作模式。天线侦测信号通过综合信号处理机处理,完成无人机发现、方向估计。综合信号处理机产生干扰信号,通过功率放大器和天线选择控制模块,在无人机所在方向的天线发射,实现对无人机的反制。

[0007] 进一步地,所述无人机发现、方向估计具体如下:首先通过天线选择控制模块轮询6根鱼骨天线,对0.4-6GHz全频带侦测,如果发现接收的信号强度RSS超过阈值,且没有合法的信标,则判断为入侵无人机;其次比较6根侦测工作模式的鱼骨天线电平信号大小,选择信号最大的天线所指的方向作为无人机的方向。

[0008] 进一步地,所述识别无人机信号的频带通道数和跳频周期具体过程如下:首先使用瀑布图分析方法,画出三维图谱,显示连续时间间隔信号的频谱;然后根据侦测到的跳频信号最小频率和最大频率,基于无人机跳频通道具有相同带宽的特征,识别无人机跳频信号的通道数以及跳频周期。

[0009] 进一步地,所述实现对无人机的反制具体为:基于识别的跳频信号的跳频周期,在跳频周期的前半部分时间侦测频率,在跳频周期的后半部分时间设置生成侦测频率的干扰信号,并通过功率放大器形成合适的功率,使得干扰信号信噪比达到10dB,并通过天线选择控制模块选择无人机所在方向的天线,发射干扰信号压制无人机控制信号,使其返航或者迫降。

[0010] 本发明的有益效果:本发明通过学习、跟踪跳频信号,产生干扰信号压制跳频信号,压制精准,无人机产生的误码率高,大幅提高了干通比。压制信号只产生对应窄频段干扰信号,与周边其他信号重合的概率很小,因此具有对周边电磁环境干扰小的特点。

### 附图说明

[0011] 图1是本发明装置的实物示意图;

[0012] 图2是本发明装置组成示意图;

[0013] 图3是本发明方法流程图;

[0014] 图4是反制干扰示意图。

### 具体实施方式

[0015] 下面结合附图以及实施例对本发明作进一步详细说明。

[0016] 本发明提供了一种基于跳频信号的无人机检测跟踪干扰装置,如图1所示,描述了本发明装置的实物示意图。包括支架、6根0.4-6GHz集接收发射于一体的鱼骨天线、包含天线选择控制模块,功率放大器和综合信号处理机的盒子。6根天线形成一个圈,每根天线负责60°扇形区域,在时间上切换工作,覆盖360°范围,每个扇区天线干扰波束俯仰角30°。

[0017] 如图2所示,描述了本发明装置组成示意图。天线选择控制模块实现鱼骨天线在侦测和发射两种工作模式之间的切换,通过侦测工作模式的鱼骨天线侦测的信号通过滤波器后在综合信号处理机处理,包含无人机侦察、测向、跳频分析、干扰信号生成等步骤,干扰信号通过功率放大器形成指定的功率,并通过天线选择控制器选择无人机所在方向的天线发射,压制指定方向的无人机,使其返航或者迫降。

[0018] 如图3所示描述了本发明方法流程图。

[0019] 无人机侦察与方向估计。通过侦测天线选择控制模块快速轮询6根定向天线,对0.4-6GHz全频带侦测,如果发现接收的信号强度RSS超过阈值,且没有合法的信标,则判断为入侵无人机;其次比较6根侦测天线电平信号大小,选择信号最大的天线所指的方向作为无人机的方向估计。

[0020] 估计无人机跳频信号频带通道数和跳频周期,具体过程为:首先使用瀑布图分析方法,画出三维图谱,显示连续时间间隔信号的频谱;然后根据侦测到的跳频信号最小频率和最大频率,基于无人机跳频通道具有相同带宽的特征,识别无人机跳频信号的通道数,并根据一定时间内的跳频次数估计跳频周期。

[0021] 压制无人机控制信号,具体过程为:基于识别的跳频信号的跳频周期,在跳频周期的前半部分时间侦测频率,在跳频周期的后半部分时间将干扰信号设置生成该频率。综合信号处理机产生相应频率的干扰信号,通过天线选择控制模块将鱼骨天线的侦测工作模式切换为发射工作模式,在无人机所在方向的天线发射,压制遥控器遥控信号。

[0022] 如图4所示,描述了反制干扰示意图。无人机接收的信号由跳频信号、环境噪声和干扰信号叠加产生,一般来说,干扰信噪比达到10dB即能使无人机产生较大误码率,因此信号处理机产生干扰信号后,通过功率放大器形成合适的功率,使得干扰信号信噪比JSR达到10dB。计算公式如下:

$$[0023] \quad JSR = 10 \times \log_{10} \left( \frac{P_{\text{jammer}} + P_{\text{noise}}}{P_{\text{signal}}} \right),$$

[0024] 其中 $P_{\text{signal}}$ 表示跳频信号功率大小, $P_{\text{noise}}$ 表示环境噪声大小, $P_{\text{jammer}}$ 表示发射的干扰信号功率大小。

[0025] 通过天线选择控制模块选择无人机所在方向的天线,发射干扰信号压制无人机遥控信号,使其返航或者迫降。

[0026] 上述实施例用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明作出的任何修改和改变,都落入本发明的保护范围。

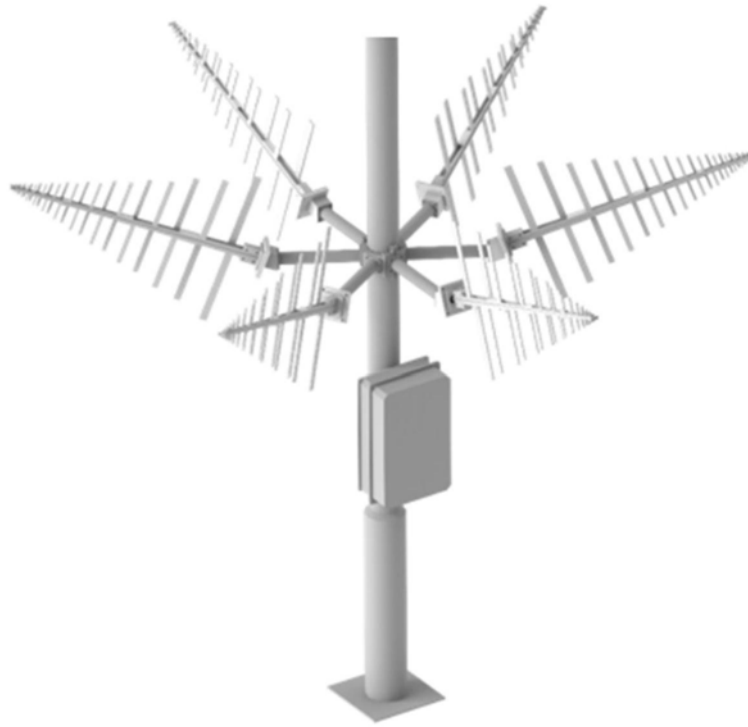


图1

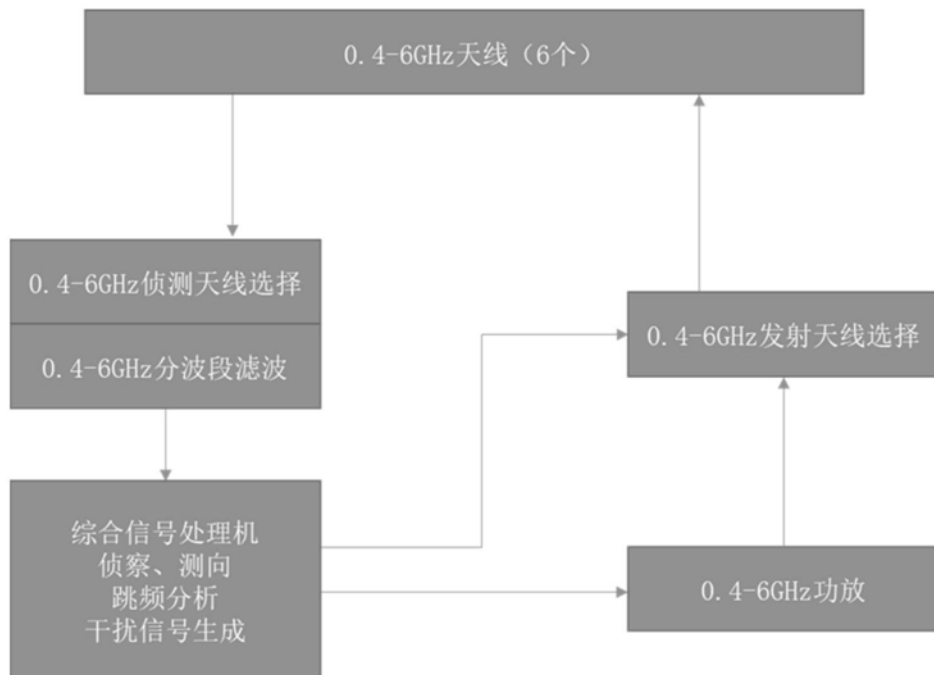


图2

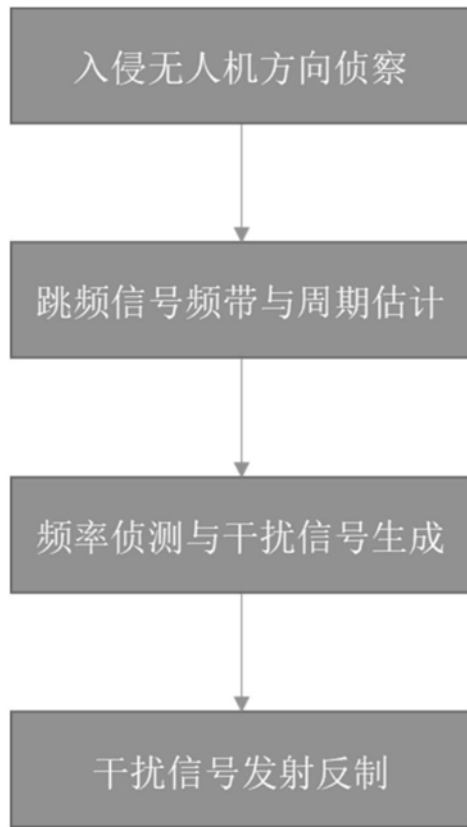


图3

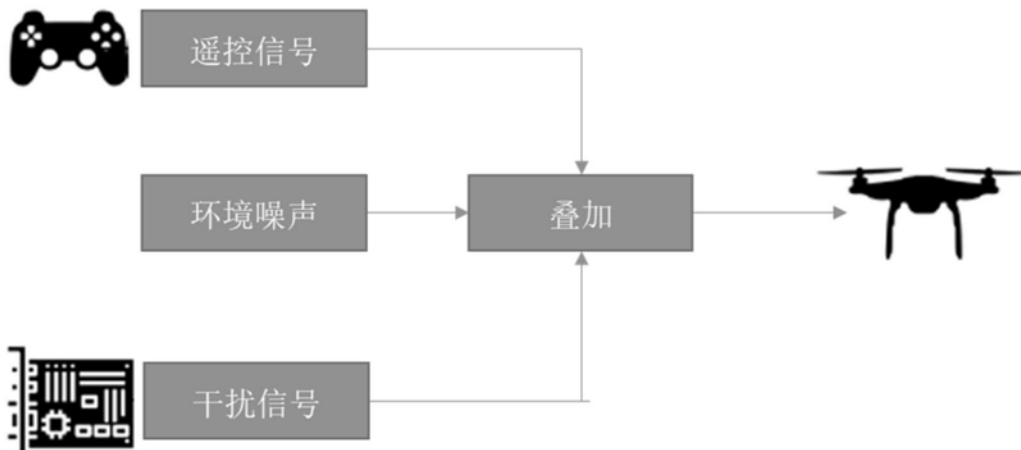


图4