



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106842179 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201611208494.8

(22)申请日 2016.12.23

(71)申请人 成都赫尔墨斯科技有限公司

地址 610213 四川省成都市天府新区华阳
街道天府大道南段846号

申请人 成都紫瑞青云航空宇航技术有限公
司

(72)发明人 郝亚南 罗涛 袁理 吕生钰
王镜

(74)专利代理机构 四川力久律师事务所 51221
代理人 韩洋

(51)Int.Cl.

G01S 11/14(2006.01)

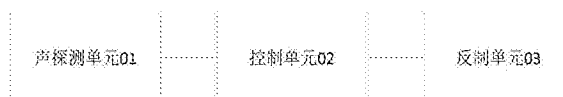
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于声探测的反无人机系统

(57)摘要

本发明涉及民用无人机防御领域,特别涉及一种基于声探测的反无人机系统,包括:声探测单元,探测环境声音信号;控制单元,根据声探测单元接收的所述声音信号,判断是否包括无人机声信号,若存在无人机声信号,计算无人机当前空间位置和预测空间位置;反制单元,向无人机发送干扰信号或者物理拦截装置。该反无人机方法,采用声音探测取代图像识别作为无人机监测手段,根据无人机声音信号特征实现对无人机的识别和跟踪,有效提高了通视条件差的应用场景下对于无人机的监测,且监测系统成本更低,监测台网可灵活部署。



1. 一种基于声探测的反无人机系统,其特征在于,包括:
声探测单元,探测环境声音信号;
控制单元,根据声探测单元接收的所述声音信号,判断是否包括无人机声信号,若存在无人机声信号,计算无人机当前空间位置和预测空间位置;
反制单元,向无人机发送干扰信号或者物理拦截装置。
2. 根据权利要求1所述的反无人机系统,其特征在于,所述声探测单元为布设在地面的若干麦克风台站构成的声探测台网。
3. 根据权利要求2所述的反无人机系统,其特征在于,所述声探测台网采用蜂窝组网。
4. 根据权利要求1所述的反无人机系统,其特征在于,所述声探测单元仅包括布设在地面的1个麦克风台站,所述麦克风台站为环形麦克风阵列。
5. 根据权利要求4所述的反无人机系统,其特征在于,所述环形麦克风阵列中心设有1个麦克风。
6. 根据权利要求1-5任一项所述的反无人机系统,其特征在于,所述控制单元首先根据各个麦克风台站的各个麦克风接收到的声音信号判定各台站信号是否包括无人机信号,再根据各个麦克风台站信号判断所述台网是否监测到无人机信号。
7. 根据权利要求6所述的反无人机系统,其特征在于,所述控制中心对各个麦克风台站接收到的无人机声信号进行空间校正和时间校正。
8. 根据权利要求7所述的反无人机系统,其特征在于,所述控制单元采用递推法对各麦克风台站接收的无人机声信号进行数据关联。
9. 根据权利要求8所述的反无人机系统,其特征在于,采用自适应卡尔曼滤波法对无人机进行跟踪。
10. 根据权利要求9所述的反无人机系统,其特征在于,所述反制单元包括光学瞄准装置。

一种基于声探测的反无人机系统

技术领域

[0001] 本发明涉及民用无人机防御领域,特别涉及一种基于声探测的反无人机系统。

背景技术

[0002] 民用无人机领域近年来发展迅速,在为居民娱乐生活带来便利的同时,也带来了一定的社会安全隐患。基于安保和国防的需要,各国政府正采取积极措施防范无人机等低空慢速小目标飞行器带来的安全问题。现有的无人机反制方案均采用基于光电设备或雷达设备探测无人机,光电设备容易受到环境因素的影响,在通视条件较差的情况下,无人机的图像特征差异不明显,难以利用图像特征将无人机与背景图像区分开。雷达设备则容易受到地面杂波的影响,对于低空环境下的目标探测效果不佳。上述两种低空无人机检测方案还存在设备成本交高的问题,不利于大规模推广应用。

[0003] 无人机依靠螺旋桨扰动空气实现飞行或悬停,持续向周围空间辐射声波信号,通过监测无人机声信号,通过声信号特征判别空域内是否存在“黑飞”无人机。利用无人机声信号特征判别无人机仍在存在环境杂音的影响,监测台网的布设是压制环境的噪音的关键措施。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中所存在的上述不足,提供一种基于声探测的反无人机系统,利用无人机飞行过程中释放的声信号,利用声信号特征实现无人机识别与跟踪,为反制单元提供无人机当前和预测空间位置信息。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明提供了以下技术方案:

[0006] 一种基于声探测的反无人机系统,包括,

[0007] 声探测单元,探测环境声音信号;

[0008] 控制单元,根据声探测单元接收的所述声音信号,判断是否包括无人机声信号,若存在无人机声信号,计算无人机当前空间位置和预测空间位置;

[0009] 反制单元,向无人机发送干扰信号或者物理拦截装置。

[0010] 进一步地,所述声探测单元为布设在地面的若干麦克风台站构成的声探测台网。所述麦克风作为声探测单元的最小单位,若干麦克风构成麦克风台站,若干台站组成声探测台网。组网式探测保证了对监控空域的完整覆盖,提高探测识别率。

[0011] 进一步地,所述声探测台网采用蜂窝组网。在相同麦克风台站数量及相同麦克风台站分布密度的情况下,蜂窝组网的覆盖范围最大。此外,蜂窝组网具有积木式结构,受地形影响较小,可按任意几何形态组网,提高了组网的灵活性。

[0012] 作为一种具体的实施方案,所述各个麦克风台站包括1个麦克风,降低布设成本,提高台网布设效率。

[0013] 作为一种具体的实施方案,所述各个麦克风台站包括若干麦克风,若干所述麦克风成十字阵列排列或环形阵列排列。采用麦克风阵列接收声信号,可进一步过滤背景噪声

的影响,提高识别声源的空间位置精度。具体地,单个麦克风仅能获得声音信号到达,不能获得声音信号来源的方位信息,必须依靠相邻台站的其他麦克风获得声音信号来源的方位信息。麦克风阵列组成的各个麦克风台站均能分析获得声音信号来源的方位信息。

[0014] 作为一种具体的实施方案,所述声探测单元仅包括布设在地面的1个麦克风台站,所述麦克风台站为十字麦克风阵列或环形麦克风阵列。单个麦克风台站实现声探测单元的快速部署,特别适用于小规模需经常移动的监控场景。

[0015] 进一步地,所述环形麦克风阵列中心设有1个麦克风。在采用单个麦克风台站作为声探测单元的实施方案中,麦克风阵列中心设置1个麦克风,有利于控制单元对各麦克风数据的空间校准和时间校准。

[0016] 进一步地,所述控制单元接收各麦克风台站所有麦克风接收到的声音信号,通过对所述声音信号进行数据处理,获得无人机当前和预测空间位置信息。

[0017] 所述控制单元首先根据各个麦克风台站的各个麦克风接收到的声音信号判定各台站信号是否包括无人机信号,再根据各个麦克风台站信号判断整个台网是否监测到无人机信号。具体地,所述控制单元对接收到的各个麦克风信号滤除背景噪声,将处理后的麦克风信号与控制单元中内置的无人机信号进行频率比对,比对过程通过设置无人机声信号频率门限,若麦克风信号对应所述频率门限内的幅值超过预定值,则判定所述麦克风声音信号包括无人机信号。所述各麦克风台站判定结果根据该台站各麦克风判定结果确定,具体地,若该台站内超过半数的麦克风信号中包括无人机信号,则该台站信号判定为包括无人机信号,若该台站仅包括单个麦克风,则该台站的判定结果依据该麦克风信号确定。

[0018] 进一步地,若相邻的预定数量的麦克风台站均判定为包括无人机信号,则整个台网判定为监测到无人机信号。

[0019] 进一步地,所述控制中心对各个麦克风台站接收到的无人机的声信号进行空间校正和时间校正。将各麦克风台站的所有麦克风视为同步工作,将不同麦克风台站视为独立异步工作,因此对各台站接收到的声信号进行时间校准和空间校准。所述时间校准即选取某麦克风台站作为时间校准基准点,消除其他各个台站因与基准点台站空间位置差异产生的接收信号的时间差异。所述空间校准即对各台站接收信号进行空间位置坐标转换,将各台站接收信号获得的无人机空间位置校正到相对于同一空间基准点的空间位置。

[0020] 进一步地,各台站声信号数据校正后,对各台站数据进行数据关联,以判定各台站探测到的目标是否为同一目标。所述控制单元采用递推法对各麦克风台站接收的无人机的声信号进行数据关联。具体地,采用近邻准则实现数据关联,以消除各个台站新测量的数据与先前所有测量数据和目标无人机航迹数据的无穷关联。更具体地,在多个台站对目标无人机进行识别追踪时,对目标无人机每个预测状态设置一个预测波门,以量化新测量数据是否处于已有数据的邻域内,按此方式进行递推运算。需要说明的是,预测波门的形状、维数与大小直接影响数据关联度,根据实际情况选择合适的预测波门参数。

[0021] 进一步地,采用自适应卡尔曼滤波法对无人机进行跟踪。

[0022] 进一步地,所述反制单元包括光学瞄准装置。发射干扰信号或者物理拦截装置时,所述反制单元包括光学瞄准装置。所述光学瞄准装置可以是摄像头、望远镜、激光瞄准器或其他确定目标无人机空间位置的瞄准装置。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0024] 本发明提供的基于声探测的反无人机方法,采用声音探测取代图像识别作为无人机监测手段,根据无人机声音信号特征实现对无人机的识别和跟踪,有效提高了通视条件差的应用场景下对于无人机的监测,且监测系统成本更低,监测台网可灵活部署。

附图说明:

[0025] 图1为本发明基于声探测的反无人机方法流程图;

[0026] 图2为本发明实施例中环形麦克风阵列示意图;

[0027] 图3为本发明实施例中十字形麦克风阵列示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合试验例及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例,凡基于本发明内容所实现的技术均属于本发明的范围。

[0029] 实施例1

[0030] 一种基于声探测的反无人机系统,如图1所示,包括,

[0031] 声探测单元01,探测环境声音信号;

[0032] 控制单元02,根据声探测单元01接收的所述声音信号,判断是否包括无人机声信号,若存在无人机声信号,计算无人机当前空间位置和预测空间位置;

[0033] 反制单元03,向无人机发送干扰信号或者物理拦截装置。

[0034] 进一步地,所述声探测单元01为布设在地面的若干麦克风台站构成的声探测台网。所述麦克风作为声探测单元的最小单位,若干麦克风构成麦克风台站,若干台站组成声探测台网。组网式探测保证了对监控空域的完整覆盖,提高探测识别率。

[0035] 进一步地,所述声探测台网采用蜂窝组网。在相同麦克风台站数量及相同麦克风台站分布密度的情况下,蜂窝组网的覆盖范围最大。此外,蜂窝组网具有积木式结构,受地形影响较小,可按任意几何形态组网,提高了组网的灵活性。

[0036] 需要说明的是,台网中台站间距依据麦克风监测能力而定,优选地,台站间距小于麦克风有效监测距离的2/3。

[0037] 作为一种具体的实施方案,所述各个麦克风台站包括1个麦克风,降低布设成本,提高台网布设效率。

[0038] 作为一种具体的实施方案,所述各个麦克风台站包括若干麦克风,若干所述麦克风成十字阵列排列或环形阵列排列(如图2、3)。采用麦克风阵列接收声信号,可进一步过滤背景噪声的影响,提高识别声源的空间位置精度。具体地,单个麦克风仅能获得声音信号到达,不能获得声音信号来源的方位信息,必须依靠相邻台站的其他麦克风获得声音信号来源的方位信息。麦克风阵列组成的各个麦克风台站均能分析获得声音信号来源的方位信息。

[0039] 作为一种具体的实施方案,所述声探测单元01仅包括布设在地面的1个麦克风台站,所述麦克风台站为十字麦克风阵列或环形麦克风阵列。单个麦克风台站实现声探测单元的快速部署,特别适用于小规模需经常移动的监控场景。

[0040] 进一步地,所述环形麦克风阵列中心设有1个麦克风。在采用单个麦克风台站作为

声探测单元的实施方式中,麦克风阵列中心设置1个麦克风,有利于控制单元对各麦克风数据的空间校准和时间校准。

[0041] 进一步地,所述控制单元02接收各麦克风台站所有麦克风接收到的声音信号,通过对所述声音信号进行数据处理,获得无人机当前和预测空间位置信息。

[0042] 所述控制单元02首先根据各个麦克风台站的各个麦克风接收到的声音信号判定各台站信号是否包括无人机信号,再根据各个麦克风台站信号判断整个台网是否监测到无人机信号。具体地,所述控制单元02对接收到的各个麦克风信号滤除背景噪声,将处理后的麦克风信号与控制单元02中内置的无人机信号进行频率比对,比对过程通过设置无人机声信号频率门限,若麦克风信号对应所述频率门限内的幅值超过预定值,则判定所述麦克风声音信号包括无人机信号。所述各麦克风台站判定结果根据该台站各麦克风判定结果确定,具体地,若该台站内超过半数的麦克风信号中包括无人机信号,则该台站信号判定为包括无人机信号,若该台站仅包括单个麦克风,则该台站的判定结果依据该麦克风信号确定。

[0043] 进一步地,若相邻的预定数量的麦克风台站均判定为包括无人机信号,则整个台网判定为监测到无人机信号。

[0044] 优选地,相邻的3个台站监测到无人机信号,系统判定为有无人机侵入。

[0045] 进一步地,所述控制中心02对各个麦克风台站接收到的无人机声信号进行空间校正和时间校正。将各麦克风台站的所有麦克风视为同步工作,将不同麦克风台站视为独立异步工作,因此对各台站接收到的声信号进行时间校准和空间校准。所述时间校准即选取某麦克风台站作为时间校准基准点,消除其他各个台站因与基准点台站空间位置差异产生的接收信号的时间差异。所述空间校准即对各台站接收信号进行空间位置坐标转换,将各台站接收信号获得的无人机空间位置校正到相对于同一空间基准点的空间位置。

[0046] 进一步地,各台站声信号数据校正后,对各台站数据进行数据关联,以判定各台站探测到的目标是否为同一目标。所述控制单元采用递推法对各麦克风台站接收的无人机声信号进行数据关联。具体地,采用近邻准则实现数据关联,以消除各个台站新测量的数据与先前所有测量数据和目标无人机航迹数据的无穷关联。更具体地,在多个台站对目标无人机进行识别追踪时,对目标无人机每个预测状态设置一个预测波门,以量化新测量数据是否处于已有数据的邻域内,按此方式进行递推运算。需要说明的是,预测波门的形状、维数与大小直接影响数据关联度,根据实际情况选择合适的预测波门参数。

[0047] 进一步地,采用自适应卡尔曼滤波法对无人机进行跟踪。

[0048] 进一步地,所述反制单元03包括光学瞄准装置。发射干扰信号或者物理拦截装置时,所述反制单元包括光学瞄准装置。所述光学瞄准装置可以是摄像头、望远镜、激光瞄准器或其他确定目标无人机空间位置的瞄准装置。

[0049] 最后,需要说明的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



图1

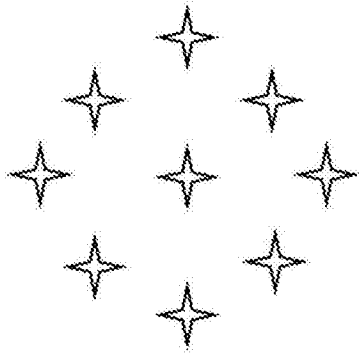


图2

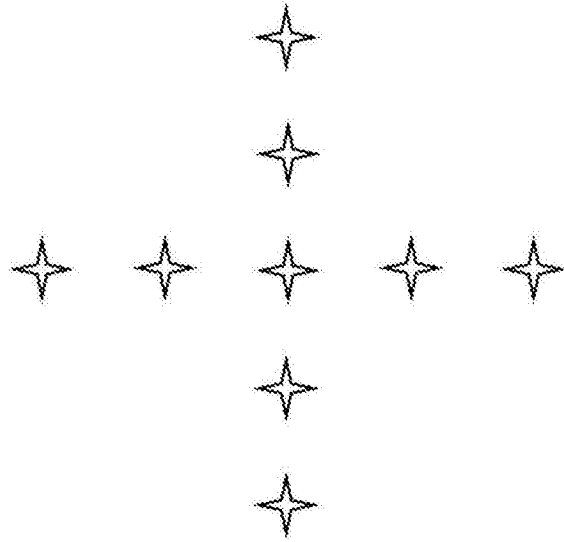


图3