



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115372895 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202210996803.1

(22) 申请日 2022.08.19

(71) 申请人 上海特金信息科技有限公司

地址 201203 上海市浦东新区中国(上海)
自由贸易试验区郭守敬路498号14幢
22301-331座

(72) 发明人 姜化京

(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

专利代理师 徐海晟

(51) Int. Cl.

G01S 5/02 (2010.01)

G01S 11/02 (2010.01)

G01S 11/12 (2006.01)

G01S 11/14 (2006.01)

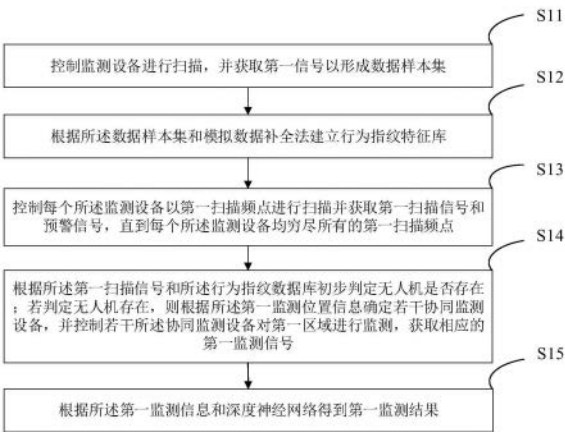
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

城市低空微小型无人机的探测定位方法以及装置

(57) 摘要

本发明提供了一种城市低空微小型无人机的探测定位方法,包括:控制监测设备进行扫描,获取第一信号以形成数据样本集;根据数据样本集和模拟数据补全法建立行为指纹特征库;控制每个监测设备进行扫描并获取第一扫描信号和预警信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的第一扫描频点;根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库初步判定无人机是否存在;若判定无人机存在,则根据所述第一监测位置信息确定若干协同监测设备,并控制其对第一区域进行监测,获取相应的第一监测信号;以及根据所述第一监测信号和深度神经网络得到第一监测结果;其中,监测设备包括无线电设备、光学设备以及声学设备。该技术方案,解决了如何对弱信号无人机进行监测定位和协同监测设备的调度的问题;提高了对无人机的监测定位的准确性。



1. 一种城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,包括:

控制监测设备进行扫描,并获取第一信号以形成数据样本集;所述第一信号表征了所述监测设备进行扫描时,监测到的无人机的信号;

利用模拟数据补全法对所述数据样本集进行处理,以建立行为指纹特征库;所述行为指纹特征库包括所述数据样本集;

控制每个所述监测设备以第一扫描频点进行扫描并获取第一扫描信号和预警信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的第一扫描频点;所述预警信号表征了所述第一扫描信号的强度大于设定强度门限时,接收到相应的所述监测设备发出的信号;所述第一扫描频点表征了所述行为指纹特征库中的任一数据;所述预警信号包括第一监测位置信息;所述第一监测位置信息表征了发出预警信号的所述监测设备的位置信息;所述预警信号包括相应的所述第一扫描信号;

根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库初步判定无人机是否存在;若判定无人机存在,则根据所述第一监测位置信息确定若干协同监测设备,并控制若干所述协同监测设备对第一区域进行监测,获取相应的第一监测信号;所述第一区域表征了发出所述预警信号的所述监测设备所在的区域;以及

利用深度神经网络对所述第一监测信号进行处理,以得到第一监测结果;

其中,所述监测设备包括无线电设备、光学设备以及声学设备。

2. 根据权利要求1所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,所述第一信号包括相应的无线电信号、光学信号以及声学信号。

3. 根据权利要求2所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,所述模拟数据补全法包括生成对抗网络法、样本特征聚类分析法以及插值法。

4. 根据权利要求3所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,利用模拟数据补全法对所述数据样本集进行处理,以建立行为指纹特征库具体包括:

利用所述生成对抗网络法对所述数据样本集进行扩充,生成若干生成值;

利用所述样本聚类分析法对所述数据样本集进行分析,并剔除异常的所述第一信号;

利用所述插值法对所述数据样本集进行填充,形成填充值;所述行为指纹特征库包括指纹特征值;所述行为指纹特征值包括所述生成值、剔除异常的所述第一信号之后剩余的所述第一信号以及所述填充值。

5. 根据权利要求4所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,所述第一扫描信号包括第一声学扫描信号和第一无线电扫描信号。

6. 根据权利要求5所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,控制每个所述监测设备以第一扫描频点进行扫描并获取第一扫描信号和预警信号包括:

确定每个所述监测设备的第一数量的所述第一扫描频点;其中,任一所述监测设备的每个所述第一扫描频点的频点值各不相同;

控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描得到相应的若干所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的所述第一扫描频点。

7. 根据权利要求6所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描时的扫描周期为第一扫描周期。

8. 根据权利要求7所述的低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,确定每个所述监测设备的第一数量的所述第一扫描频点具体包括:

确定第一监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第一监测设备表征了所述监测设备中任一所述监测设备;

确定第二监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第二监测设备表征了所述第一监测设备周围第一距离以内的所述监测设备;所述第一监测设备的所述第一扫描频点与所述第二监测设备的所述第一扫描频点的频点值各不相同;

确定第三监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第三监测设备表征了所述第二监测设备周围的所述第一距离以内的所述监测设备;其中,所述第三设备的所述第一扫描频点与所述第二设备的所述第一扫描频点的频点值各不相同;

以此类推,直到确定每个所述监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点。

9. 根据权利要求8所述的低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,所述第一距离为100m。

10. 根据权利要求9所述的低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,

所述第一扫描频点包括固定周期扫描频点和非固定周期扫描频点;

所述固定周期扫描频点表征了概率最集中的所述指纹特征值;所述非固定周期扫描频点表征了所述固定周期扫描频点之外的其他频点。

11. 根据权利要求10所述的低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描得到相应的若干所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的所述第一扫描频点,具体包括:

控制所述监测设备以所述第一数量的所述固定周期扫描频点进行扫描得到所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均扫描完所有的所述固定周期扫描频点;

控制所述监测设备以第一数量的所述非固定周期扫描频点进行扫描得到所述第一扫描信号;直到每个所述监测设备均扫描完所有的所述非固定周期扫描频点。

12. 根据权利要求11所述的低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库初步判定无人机是否存在,具体包括:

根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库确定第一相关度和第二相关度;所述第一相关度表征了所述第一扫描信号与相应的所述第一信号的相关度,所述第二相关度表征了所述第一扫描信号与相应的所述生成值和填充值的相关度;

当所述第一相关度大于第一预设相关度,或所述第二相关度大于所述第二预设相关度时,初步判定无人机存在。

13. 根据权利要求12所述的低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,

所述第一监测信号包括:第一光学监测信号、第一声学监测信号和第一无线电监测信号。

14. 根据权利要求13所述的低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,根据所述第一监测位置信息确定若干协同监测设备,并控制若干所述协同监测设备对第一区域进行监测,获取相应的第一监测信号,具体包括:

控制所述声学设备和所述无线电设备以相应的所述第一扫描信号进行扫描并获取所述第一声学监测信号和所述第一无线电监测信号;并

控制所述光学设备对所述第一区域进行监测并获取所述第一光学监测信号。

15. 根据权利要求14所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,所述第一监测结果包括识别结果和位置结果;所述识别结果表征了无人机是否存在的判断结果;所述位置结果表征了无人机的定位信息。

16. 根据权利要求15所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,根据第一监测数据和深度神经网络得到第一监测结果,具体包括:

根据所述第一监测数据得到第一态势图;

根据所述第一态势图和所述深度神经网络得到所述第一监测结果。

17. 根据权利要求16所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,根据所述第一监测数据得到第一态势图;具体包括:

根据所述第一监测数据中的所述第一声学监测数据和所述第一光学监测数据得到第一态势图。

18. 根据权利要求17所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法,其特征在于,根据所述第一监测数据得到第一态势图之前还包括:

对所述第一光学监测信号进行可行度判读得到第一判读可行度;

比较第一判读可行度和预设可行度;若第一判读可行度不低于预设可行度,则剔除错误的所述第一声学监测信号和/或所述第一无线电监测信号。

19. 一种城市低空微小型无人机的探测定位方法的装置,其特征在于,该装置包括:

样本数据集采集模块;用于控制监测设备进行扫描,并获取第一信号以形成所述样本数据集;

行为指纹库建立模块;用于根据所述样本数据集和模拟数据补全法建立行为指纹库;

信号探测以及预警模块;用于控制每个所述控制监测设备以第一扫描频点进行扫描以获得相应的第一扫描信号和预警信号;

协同监测设备调度以及监测数据采集模块;用于根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库判定无人机是否存在,以及根据所述预警信号确定协同监测设备,并控制所述协同监测设备对第一区域进行监测并获取第一监测数据;

识别与定位模块;用于根据深度神经网络和所述第一监测数据得到第一监测结果。

20. 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;

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18任一项所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法。

21. 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18任一项所述的的城市低空微小型无人机的探测定位方法。

城市低空微小型无人机的探测定位方法以及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机的探测定位领域,尤其涉及一种城市低空微小型无人机的探测定位方法以及装置。

背景技术

[0002] 城市低空无人机的探测定位是当前的热点问题。但目前鲜有针对低空微小型无人机的探测定位工作。事实上,微小型无人机正在快速从军用走向民用,迅速的进入市场,受到许多个人玩家的追捧。同时,微小型无人机由于不需要进行身份注册登记,某种程度上规避了无人机法规约束,对居民安全、个人隐私等的潜在危害更是不容忽视。

[0003] 但是,微小型无人机由于体积特别小、无线电信号特别弱、活动范围在城市楼房周围、室内之间不断转换,给现有的无人机探测定位技术带来了极大挑战。光电探测对微小无人机的识别十分困难,且在楼房周围、室内环境下光电探测的视场十分受限,因而不实用;雷达探测容易将微小型无人机误判为鸟类等其他事物,且杂波太强、辐射太大,无法在城市楼房周围、室内等人员密集场所使用。传统的无线电探测技术(如TOA、TDOA、AOA、RSS等)由于信号强度弱、多径效应强、时差精度不稳定、信号衰落模型瞬时切换等限制,对微小型无人机的探测定位也十分困难。因此,现有的单一技术,都难以解决城市楼宇周边范围微小型无人机的探测定位难题。

[0004] 为此,本发明提出一种城市低空微小型无人机的探测定位方法,依据对微小型无人机的多维数据分析研判,通过综合调度多种无人机监测手段,动态分配跟踪监测资源,突破传统的对单维数据进行传统数学化分析的手段,对多维数据进行基于深度神经网络的智能判读,实现对城市低空微小型无人机的探测定位,解决弱信号无人机在高频度动态场景下的连续监测调度方案和数据分析问题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种城市低空微小型无人机的探测定位方法以及装置,以解决如何对弱信号无人机(在高频动态场景下)进行相对准确的监测定位,和协同监测设备的调度的问题。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种城市低空微小型无人机的探测定位方法,包括:

[0007] 控制监测设备进行扫描,并获取第一信号以形成数据样本集;所述第一信号表征了所述监测设备进行扫描时,监测到的无人机的信号;

[0008] 利用模拟数据补全法对所述数据样本集进行处理,以建立行为指纹特征库;所述行为指纹特征库包括所述数据样本集;

[0009] 控制每个所述监测设备以第一扫描频点进行扫描并获取第一扫描信号和预警信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的第一扫描频点;所述预警信号表征了所述第一扫描信号的强度大于设定强度门限时,接收到相应的所述监测设备发出的信号;所述第一扫

描频点表征了所述行为指纹特征库中的任一数据;所述预警信号包括第一监测位置信息;所述第一监测位置信息表征了发出预警信号的所述监测设备的位置信息;所述预警信号包括相应的所述第一扫描信号;

[0010] 根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库初步判定无人机是否存在;若判定无人机存在,则根据所述第一监测位置信息确定若干协同监测设备,并控制若干所述协同监测设备对第一区域进行监测,获取相应的第一监测信号;所述第一区域表征了发出所述预警信号的所述监测设备所在的区域;以及

[0011] 利用深度神经网络对所述第一监测信号进行处理,以和深度神经网络得到第一监测结果;其中,所述监测设备包括无线电设备、光学设备以及声学设备。

[0012] 可选的,所述第一信号包括相应的无线电信号、光学信号以及声学信号。

[0013] 可选的,所述模拟数据补全法包括生成对抗网络法、样本特征聚类分析法以及插值法。

[0014] 可选的,利用模拟数据补全法对所述数据样本集进行处理,以建立行为指纹特征库具体包括:

[0015] 利用所述生成对抗网络法对所述数据样本集进行扩充,生成若干生成值;

[0016] 利用所述样本聚类分析法对所述数据样本集进行分析,并剔除异常的所述第一信号;

[0017] 利用所述插值法对所述数据样本集进行填充,形成填充值;所述行为指纹特征库包括指纹特征值;所述行为指纹特征值包括所述生成值、剔除异常的所述第一信号之后剩余的所述第一信号以及所述填充值。

[0018] 可选的,所述第一扫描信号包括第一声学扫描信号和第一无线电扫描信号。

[0019] 可选的,控制每个所述监测设备以第一扫描频点进行扫描并获取第一扫描信号和预警信号包括:

[0020] 确定每个所述监测设备的第一数量的所述第一扫描频点;其中,任一所述监测设备的每个所述第一扫描频点的频点值各不相同;

[0021] 控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描得到相应的若干所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的所述第一扫描频点。

[0022] 可选的,控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描时的扫描周期为第一扫描周期。

[0023] 可选的,确定每个所述监测设备的第一数量的所述第一扫描频点具体包括:

[0024] 确定第一监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第一监测设备表征了所述监测设备中任一所述监测设备;

[0025] 确定第二监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第二监测设备表征了所述第一监测设备周围第一距离以内的所述监测设备;所述第一监测设备的所述第一扫描频点与所述第二监测设备的所述第一扫描频点的频点值各不相同;

[0026] 确定第三监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第三监测设备表征了所述第二监测设备周围的所述第一距离以内的所述监测设备;其中,所述第三设备的所述第一扫描频点与所述第二设备的所述第一扫描频点的频点值各不相同;

[0027] 以此类推,直到确定每个所述监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点。

- [0028] 可选的,所述第一距离为100m。
- [0029] 可选的,所述第一扫描频点包括固定周期扫描频点和非固定周期扫描频点;
- [0030] 所述固定周期扫描频点表征了概率最集中的所述指纹特征值;所述非固定周期扫描频点表征了所述固定周期扫描频点之外的其他频点。
- [0031] 可选的,控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描得到相应的若干所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的所述第一扫描频点,具体包括:
- [0032] 控制所述监测设备以所述第一数量的所述固定周期扫描频点进行扫描得到所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均扫描完所有的所述固定周期扫描频点;
- [0033] 控制所述监测设备以第一数量的所述非固定周期扫描频点进行扫描得到所述第一扫描信号;直到每个所述监测设备均扫描完所有的所述非固定周期扫描频点。
- [0034] 可选的,根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库初步判定无人机是否存在,具体包括:
- [0035] 根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库确定第一相关度和第二相关度;所述第一相关度表征了所述第一扫描信号与相应的所述第一信号的相关度,所述第二相关度表征了所述第一扫描信号与相应的所述生成值和填充值的相关度;
- [0036] 当所述第一相关度大于第一预设相关度,或所述第二相关度大于所述第二预设相关度时,初步判定无人机存在。
- [0037] 可选的,
- [0038] 所述第一监测信号包括:第一光学监测信号、第一声学监测信号和第一无线电监测信号。
- [0039] 可选的,根据所述第一监测位置信息确定若干协同监测设备,并控制若干所述协同监测设备对第一区域进行监测,获取相应的第一监测信号,具体包括:
- [0040] 控制所述声学设备和所述无线电设备以相应的所述第一扫描信号进行扫描并获取所述第一声学监测信号和所述第一无线电监测信号;并
- [0041] 控制所述光学设备对所述第一区域进行监测并获取所述第一光学监测信号。
- [0042] 可选的,所述第一监测结果包括识别结果和位置结果;所述识别结果表征了无人机是否存在的判断结果;所述位置结果表征了无人机的定位信息。
- [0043] 可选的,根据第一监测数据和深度神经网络得到第一监测结果,具体包括:
- [0044] 根据所述第一监测数据得到第一态势图;
- [0045] 根据所述第一态势图和所述深度神经网络得到所述第一监测结果。
- [0046] 可选的,根据所述第一监测数据得到第一态势图;具体包括:
- [0047] 根据所述第一监测数据中的所述第一声学监测数据和所述第一光学监测数据得到第一态势图。
- [0048] 可选的,根据所述第一监测数据得到第一态势图之前还包括;
- [0049] 对所述第一光学监测信号进行可行度判读得到第一判读可行度;
- [0050] 比较第一判读可行度和预设可行度;若第一判读可行度不低于预设可行度,则剔除错误的所述第一声学监测信号和/或所述第一无线电监测信号。
- [0051] 根据本发明的第二方面,提供了一种城市低空微小型无人机的探测定位方法的装

置,该装置包括:

[0052] 样本数据集采集模块;用于控制监测设备进行扫描,并获取第一信号以形成所述样本数据集;

[0053] 行为指纹库建立模块;用于根据所述样本数据集和模拟数据补全法建立行为指纹库;

[0054] 信号探测以及预警模块;用于控制每个所述控制监测设备以第一扫描频点进行扫描以获得相应的第一扫描信号和预警信号;

[0055] 协同监测设备调度以及监测数据采集模块;用于根据述第一扫描信号和所述行为指纹数据库判定无人机是否存在,以及根据所述预警信号确定协同监测设备,并控制所述协同监测设备对第一区域进行监测并获取第一监测数据;

[0056] 识别与定位模块;用于根据深度神经网络和所述第一监测数据得到第一监测结果。

[0057] 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,所述存储器,用于存储代码;

[0058] 所述处理器,用于执行所述存储器中的代码用以实现本发明第一方面所述的城市低空微小型无人机的探测定位方法。

[0059] 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权利要求本发明第一方面任一项所述的城市低空微小型无人机的探测定位方法。

[0060] 本发明提供一种城市低空微小型无人机的探测定位方法,通过根据第一监测位置对协同监测设备进行调度得到相应的第一监测信号;并对的第一监测信号进行基于深度神经网络的数据分析得到更可靠的第一监测结果;由于其中的协同监测设备是多种类型的监测设备,获得的相应第一监测信号是多维信号数据;而基于深度神经网络的多维数据信号的分析,对弱信号无人机在高频度动态场景下的探测定位,相比于现有技术采用单一的监测数据更加准确可靠;同时,根据预警信号中的第一监测位置确定并调度协同监测设备对第一区域进行监测;实现了连续监测中对协同监测设备的调度。可见,本发明提供的技术方案,解决了如何对弱信号无人机(在高频动态场景下)进行相对准确的监测定位,和协同监测设备的调度的问题;提高了对低空微小型无人机的监测定位的准确性。

附图说明

[0061] 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。

[0062] 图1是一种城市低空微小型无人机的探测定位方法的网格化部署图;

[0063] 图2是本发明一实施例中一种城市低空微小型无人机的探测定位方法的流程示意图;

[0064] 图3是本发明一实施例中步骤S12的流程示意图一;

[0065] 图4是本发明一实施例中步骤S13的流程示意图二;

[0066] 图5是本发明一实施例中步骤S131的流程示意图三；

[0067] 图6是本发明一实施例中一种城市低空微小型无人机的探测定位方法的程序模块示意图；

[0068] 图7是本发明一实施例中一种电子设备构造示意图。

具体实施方式

[0069] 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。

[0070] 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。

[0071] 城市低空无人机的探测定位是当前的热点问题。事实上，微小型无人机正在快速从军用走向民用，迅速的进入市场，受到许多个人玩家的追捧。同时，微小型无人机由于不需要进行身份注册登记，某种程度上规避了无人机法规约束，对居民安全、个人隐私等的潜在危害更是不容忽视。但目前鲜有针对低空微小型无人机的探测定位工作。

[0072] 由于微小型无人机由于体积特别小、无线电信号特别弱、活动范围在城市楼房周围、室内之间不断转换，给现有的无人机探测定位技术带来了极大挑战。光电探测对微小无人机的识别十分困难，且在楼房周围、室内环境下光电探测的视场十分受限，因而不实用；雷达探测容易将微小型无人机误判为鸟类等其他事物，且杂波太强、辐射太大，无法在城市楼房周围、室内等人员密集场所使用。传统的无线电探测技术(如TOA、TDOA、AOA、RSS等)由于信号强度弱、多径效应强、时差精度不稳定、信号衰落模型瞬时切换等限制，对微小型无人机的探测定位也十分困难。

[0073] 因此，现有的单一技术，都难以解决城市楼宇周边范围微小型无人机的探测定位难题。

[0074] 有鉴于此，本发明提出一种城市低空微小型无人机的探测定位方法，依据对微小型无人机的多维数据分析研判，通过综合调度多种无人机监测手段，动态分配跟踪监测资源，突破传统的对单维数据进行传统数学化分析的手段，对多维数据进行基于深度神经网络的智能判读，解决弱信号无人机在高频度动态场景下的连续监测调度方案和数据分析问题；实现对城市低空微小型无人机的探测定位；

[0075] 请参考图1，本发明提供的城市低空微小型无人机的探测定位方法的技术方案，首先：分别在城市低空的室内外进行监测设备网络的部署；用测试无人机遍历到各个监测设备网络中；实现该方案的系统包括以下模块：

[0076] 微小型无人机实测多维数据采集模块；用于利用监测设备网络中的监测设备对测

试无人机进行多维数据采集,形成样本数据集;其中监测设备包括声学传感器、光学传感器以及无线电传感器;

[0077] 微小型无人机实测多维数据采集模块;用于基于模拟数据补全建立微小型无人机行为指纹特征库;微小型无人机行为指纹特征库包括样本数据集;

[0078] 微小型无人机的探测预警模块;用于对无人机进行监测并进行预警,上报可能发现无人机;其中,上报发现无人机的监测设备为预警的监测设备;

[0079] 基于指纹相关匹配的微小型无人机监测协同调度模块;用于将前述模块收集到的监测信号与微小型无人机行为指纹特征库的匹配;初步判定无人机是否存在,若无人机存在,则控制进行预警的监测设备周围的监测设备进行协同监测;其中箭头指示的监测设备为协同监测的监测设备;

[0080] 基于深度神经网络态势判读的微小型无人机识别与定位模块;用于基于神经网络进行判读,输出微小型无人机的识别结果和定位结果。

[0081] 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。

[0082] 请参考图2-图6,根据本发明的一实施例,提供了一种城市低空微小型无人机的探测定位方法,一种城市低空微小型无人机的探测定位方法流程图如图2所示,该方法包括:

[0083] S11:控制监测设备进行扫描,并获取第一信号以形成数据样本集;所述第一信号表征了所述监测设备进行扫描时,监测到的无人机的信号;其中,所述监测设备包括无线电设备、光学设备以及声学设备;一种具体实施方式中,所述无线电设备是无线电传感器;所述光学设备是光学传感器;所述声学设备是声学传感器;当然本申请不以此为限,任何可以实现本发明目的的相应的监测设备的实现形式,均在本发明的保护范围内;一种实施例中,所述第一信号包括相应的无线电信号、光学信号以及声学信号。

[0084] S12:利用模拟数据补全法对所述数据样本集进行处理,以建立行为指纹特征库;所述行为指纹特征库包括所述数据样本集;一种具体实施例中,所述模拟数据补全法包括生成对抗网络法、样本特征聚类分析法以及插值法。模拟数据补全法建立行为指纹特征库的具体内容为现有技术,此处不予赘述。

[0085] S13:控制每个所述监测设备以第一扫描频点进行扫描并获取第一扫描信号和预警信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的第一扫描频点;所述预警信号表征了所述第一扫描信号的强度大于设定强度门限时,接收到相应的所述监测设备发出的信号;所述第一扫描频点表征了所述行为指纹特征库中的任一数据;所述预警信号包括第一监测位置信息;所述第一监测位置信息表征了发出预警信号的所述监测设备的位置信息;所述预警信号包括相应的所述第一扫描信号;

[0086] 一种实施例中,所述第一扫描信号包括第一声学扫描信号和第一无线电扫描信号。

[0087] 其中,所述预警信号还包括相应的所述第一扫描信号,这里相应的所述第一扫描信号,具体包括:第一预警监测信号;所述第一预警监测信号包括:发出预警信号的监测设备监测该被预警的无人机时,监测设备设置的无线电信号以及声学信号。

[0088] S14:根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库初步判定无人机是否存在;此处的第一扫描信号指的是预警信号所包括的相应的第一扫描信号;

[0089] 若判定无人机存在,则根据所述第一监测位置信息确定若干协同监测设备,并控制若干所述协同监测设备对第一区域进行监测,获取相应的第一监测信号;所述第一区域表征了发出所述预警信号的所述监测设备所在的区域;

[0090] 其中,协同监测设备中协同监测设备以对应的第一预警监测信号对第一区域进行监测;其中,无线电设备以对应的第一预警信号中的光学信号对第一区域进行监测;声学设备以对应的第一预警信号中的声学信号对第一区域进行监测;一种实施例中,所述第一监测信号包括:第一光学监测信号、第一声学监测信号和第一无线电监测信号。以及

[0091] S15:利用深度神经网络对所述第一监测信号进行处理,以和深度神经网络得到第一监测结果;其中,第一监测信号是同一时刻的协同监测设备收到的监测信号。一种实施例中,所述第一监测结果包括识别结果和位置结果;所述识别结果表征了无人机是否存在的判断结果;所述位置结果表征了无人机的定位信息。

[0092] 其中,步骤S13-步骤S15的过程是持续循环的,步骤S11-步骤S12中数据样本集和行为指纹特征库也是实时更新的;且步骤S13中的第一扫描频点随着步骤S12中的行为指纹特征库的更新而变化。

[0093] 其中,一种实施方式中,声学信号是采集到的不同室内外不同距离条件(1米—100米)下、不同背景噪声情况下的声音信号;

[0094] 一种实施方式中,所述无线电信号包括:以室外:3*3米为位置划分,室内1*1米为位置划分,无人机在各个位置上时,无线电设备采集到的无线电信号;其中,对于楼宇拐角处、街道交叉口以及树木庞等位置,加大位置划分密度到1*1米的位置划分;

[0095] 采集到的光学信号指的是:不同天气、光照、室内外、距离条件(1米—100米)下的各角度光学摄影影响图;

[0096] 一种实施方式中,步骤S11中,控制监测设备进行扫描时其扫描对象包括:以实验形式放飞到相应的测试位点上的市面上的微小型无人机。

[0097] 其中,所述微小型无人机为弱信号无人机,单一监测设备的监测定位难以准确判断其位置信息。

[0098] 一种实施方式中,在步骤S11中,控制监测设备进行扫描之前,需对监测设备进行参数设置。

[0099] 一种实施方式中,设置无线电设备的参数为第一扫描参数;所述第一扫描参数指的是:无线电设备默认可设置的频率、信号强度等数据的任意组合;声学设备的参数设置类似无线电设备的参数设置,此处不予赘述。

[0100] 由于以上步骤中的监测设备指的是无线电设备、光学设备以及声学设备,因而所述第一信号、所述第一扫描信号、预警信号以及所述第一监测信号包括多种监测设备监测到的多维数据。

[0101] 本发明提供的一种城市低空微小型无人机的探测定位方法,由于基于神经网络的多维数据信号的分析,对弱信号无人机在高频度动态场景下的探测定位,相比于现有技术采用单一的监测数据更加准确可靠;同时,根据预警信号中的第一监测位置确定并调度协同监测设备对第一区域进行监测;实现了连续监测中对协同监测设备的调度。

[0102] 可见,本发明提供的技术方案,通过根据第一监测位置对协同监测设备进行调度得到相应的第一监测信号;并对多维的第一监测信号进行基于神经网络的数据分析得

到更可靠的第一监测结果,解决了如何对弱信号无人机(在高频动态场景下)进行监测定位,和协同监测设备的调度的问题;提高了对低空微小型无人机的监测定位的准确性。

[0103] 其中,步骤S12-S15具体包括:

[0104] 一种实施例中,步骤S12,利用模拟数据补全法对所述数据样本集进行处理,以建立行为指纹特征库具体包括:步骤S12的流程图如图3所示,步骤S121-S123:

[0105] S121:利用所述生成对抗网络法对所述数据样本集进行扩充,生成若干生成值;一种实施方式中,采用所述生成对抗网络法对所述数据样本集进行扩充,生成若干生成值之后的数据总量,是数据样本集中数据样本数量的4倍;

[0106] S122:利用所述样本聚类分析法对所述数据样本集进行分析,并剔除异常的所述第一信号;

[0107] S123:利用所述插值法对所述数据样本集进行填充,形成填充值;所述行为指纹特征库包括指纹特征值;所述行为指纹特征值包括所述生成值、剔除异常的所述第一信号之后剩余的所述第一信号以及所述填充值。一种实施方式中,利用插值法对数据样本集进行填充时,以第一标准进行填充;所述第一标准指的是:对测试位点之间的数据进行填充时,地理位置精度到20cm,频率精度到200HZ。

[0108] 一种实施例中,步骤S13,控制每个所述监测设备以第一扫描频点进行扫描并获取第一扫描信号和预警信号包括:步骤S13的流程图如图4所示,步骤S131-S132:

[0109] S131:确定每个所述监测设备的第一数量的所述第一扫描频点;其中,任一所述监测设备的每个所述第一扫描频点的频点值各不相同;当监测设备为无线电设备时,一种实施方式中,所述第一数量为3;当监测设备为声学设备时,所述第一数量为其他数量;

[0110] 一种实施例中,其中,步骤S131,确定每个所述监测设备的第一数量的所述第一扫描频点具体包括:步骤S131的流程图如图5所示,步骤S1311-S1313:

[0111] S1311:确定第一监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第一监测设备表征了所述监测设备中任一所述监测设备;

[0112] S1312:确定第二监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第二监测设备表征了所述第一监测设备周围第一距离以内的所述监测设备;所述第一监测设备的所述第一扫描频点与所述第二监测设备的所述第一扫描频点的频点值各不相同;一种实施例中,所述第一距离为100m。

[0113] S1313:确定第三监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点;所述第三监测设备表征了所述第二监测设备周围的所述第一距离以内的所述监测设备;其中,所述第三设备的所述第一扫描频点与所述第二设备的所述第一扫描频点的频点值各不相同;

[0114] 以此类推,直到确定每个所述监测设备的所述第一数量的所述第一扫描频点。

[0115] 一种实施例中,所述第一扫描频点包括固定周期扫描频点和非固定周期扫描频点;所述固定周期扫描频点表征了概率最集中的所述指纹特征值;所述非固定周期扫描频点表征了所述固定周期扫描频点之外的其他频点。当监测设备是无线电设备时,一种实施方式中,所述固定周期扫描频点为行为指纹特征库中无线电工作频率最高的第一频段数量的频段,且为相应的频段中无线电工作频率最高的第一频点数量的频点;一种实施方式中,所述第一频段数量为6,所述第一频点数量为20;当监测设备是声学设备时,相应的固定周期的选择类似于无线电设备,具体频段和频点的选择根据需要确认,本发明对此不作限定。

[0116] S132:控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描得到相应的若干所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的所述第一扫描频点;并获得相应的第一扫描信号和预警信号。一种实施方式中,扫描周期为第一扫描周期。一种具体实施例中,第一周期为800毫秒;也可以是其他第一周期,任何第一周期的实现形式均在本发明的保护范围内,本发明不以此为限。

[0117] 一种实施例中,步骤S132,控制每个所述监测设备以所述第一数量的所述第一扫描频点依次进行扫描得到相应的若干所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均穷尽所有的所述第一扫描频点,具体包括:S1321-S1322:

[0118] S1321:控制所述监测设备以所述第一数量的所述固定周期扫描频点进行扫描得到所述第一扫描信号,直到每个所述监测设备均扫描完所有的所述固定周期扫描频点;

[0119] S1322:控制所述监测设备以第一数量的所述非固定周期扫描频点进行扫描得到所述第一扫描信号;直到每个所述监测设备均扫描完所有的所述非固定周期扫描频点。

[0120] 一种实施例中,步骤S14中,根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库初步判定无人机是否存在,具体包括:S141-S142:

[0121] S141:根据所述第一扫描信号和所述行为指纹数据库确定第一相关度和第二相关度;所述第一相关度表征了所述第一扫描信号与相应的所述第一信号的相关度,所述第二相关度表征了所述第一扫描信号与相应的所述生成值和填充值的相关度;

[0122] S142:当所述第一相关度大于第一预设相关度,或所述第二相关度大于所述第二预设相关度时,初步判定无人机存在。一种实施方式中,所述第一预设相关度是70%;所述第二预设相关度是80%;

[0123] 一种实施例中,步骤S14中,根据所述第一监测位置信息确定若干协同监测设备,并控制若干所述协同监测设备对第一区域进行监测,获取相应的第一监测信号,具体还包括:

[0124] S143:控制所述声学设备和所述无线电设备以相应的所述第一扫描信号进行扫描并获取所述第一声学监测信号和所述第一无线电监测信号;并

[0125] 控制所述光学设备对所述第一区域进行监测并获取所述第一光学监测信号。其中,协同监测设备中的光学设备是临近可通视区域的光电监测设备;

[0126] 其中,步骤S143,控制所述光学设备对所述第一区域进行监测并获取所述第一光学监测信号,具体包括:

[0127] S1431:控制所述无线电设备对所述第一区域,以所述第一预警监测信号中的无线电信号进行监测并获取第一无线电监测信号;并控制所述声学设备对所述第一区域,以所述第一预警监测信号中的无线电信号进行监测并获取第一无线电监测信号;以及

[0128] S1432:控制所述光学设备对所述第一区域进行监测并获取所述第一光学监测信号。

[0129] 一种实施例中,步骤S15,根据第一监测数据和深度神经网络得到第一监测结果,具体包括:S151-S152:

[0130] S151:根据所述第一监测数据得到第一态势图;

[0131] 一种实施例中,步骤S151,根据所述第一监测数据得到第一态势图;具体包括:

[0132] 根据所述第一监测数据中的所述第一声学监测数据和所述第一光学监测数据得

到第一态势图。

[0133] S152:根据所述第一态势图和所述深度神经网络得到所述第一监测结果。

[0134] 一种实施例中,根据所述第一监测数据得到第一态势图之前还包括;

[0135] 对所述第一光学监测信号进行可行度判读得到第一判读可行度;

[0136] 比较第一判读可行度和预设可行度;若第一判读可行度不低于预设可行度,则剔除错误的所述第一声学监测信号和/或所述第一无线电监测信号。一种具体实施方式中,所述预设判读可行度为85%;

[0137] 其次,根据本发明的一实施例,还提供了一种城市低空微小型无人机的探测定位方法的装置20,一种城市低空微小型无人机的探测定位方法的程序模块示意图如图6所示,该装置包括:

[0138] 样本数据集采集模块21;用于控制监测设备进行扫描,并获取第一信号以形成所述样本数据集;

[0139] 行为指纹库建立模块22;用于根据所述样本数据集和模拟数据补全法建立行为指纹库;

[0140] 信号探测以及预警模块23;用于控制每个所述控制监测设备以第一扫描频点进行扫描以获得相应的第一扫描信号和预警信号;

[0141] 协同监测设备调度以及监测数据采集模块24;用于根据述第一扫描信号和所述行为指纹数据库判定无人机是否存在,以及根据所述预警信号确定协同监测设备,并控制所述协同监测设备对第一区域进行监测并获取第一监测数据;

[0142] 识别与定位模块25;用于根据深度神经网络和所述第一监测数据得到第一监测结果。

[0143] 另外,根据本发明的一实施例,还提供了一种电子设备,包括处理器与存储器,所述存储器,用于存储代码;

[0144] 所述处理器,用于执行所述存储器中的代码用以实现本发明前述实施例所述的城市低空微小型无人机的探测定位方法。

[0145] 根据本发明的一实施例,还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权利要求本发明前述实施例任一项所述的城市低空微小型无人机的探测定位方法。

[0146] 提供了一种电子设备30,该电子设备如图7所示,包括处理器31与存储器32,所述存储器,用于存储代码;处理器31与存储器32通过总线33通讯。

[0147] 所述处理器,用于执行所述存储器中的代码用以实现以上涉及的所述的TDOA站点的检测方法。

[0148] 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一种城市低空微小型无人机的探测定位方法。

[0149] 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。

[0150] 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。

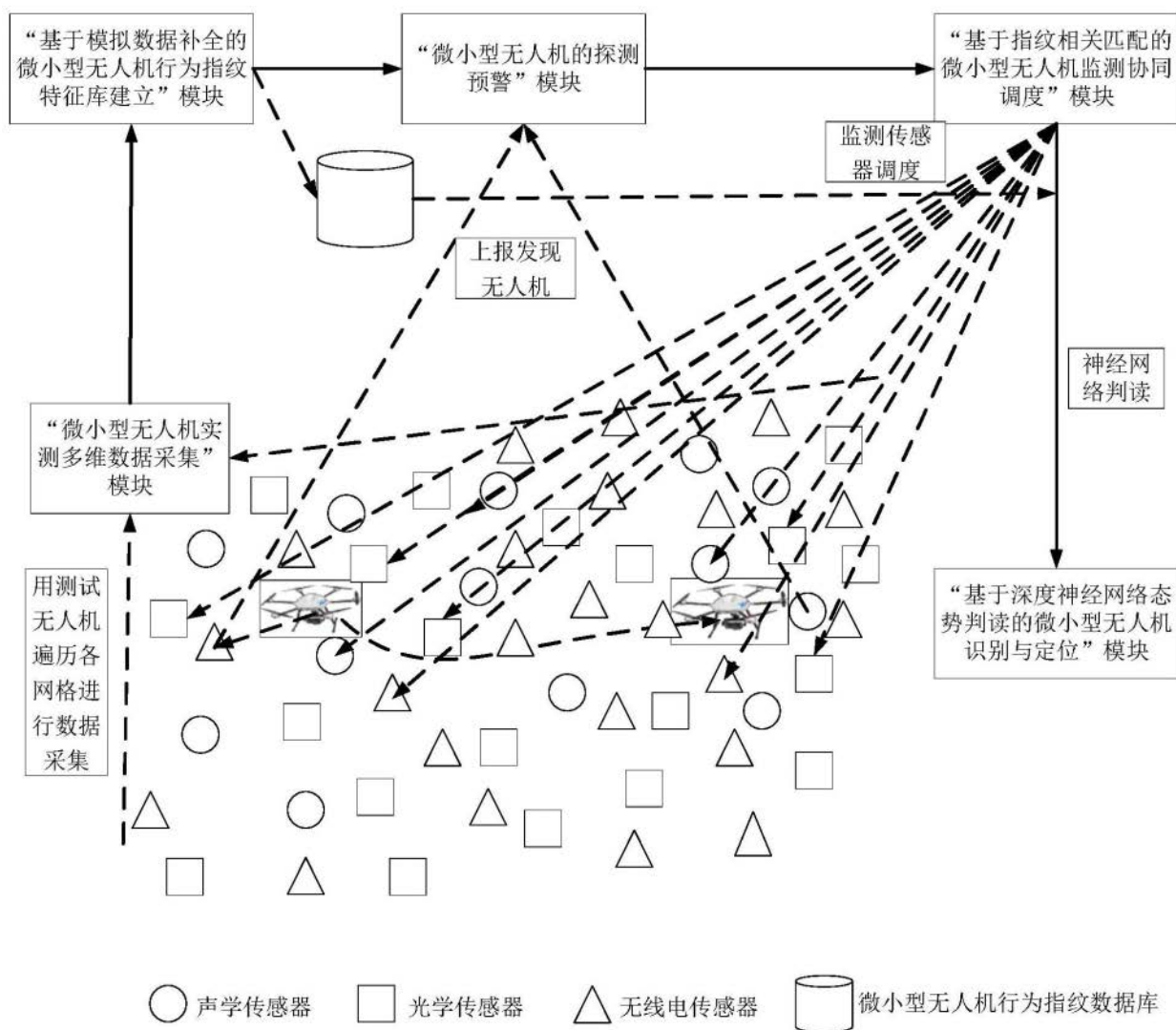


图1

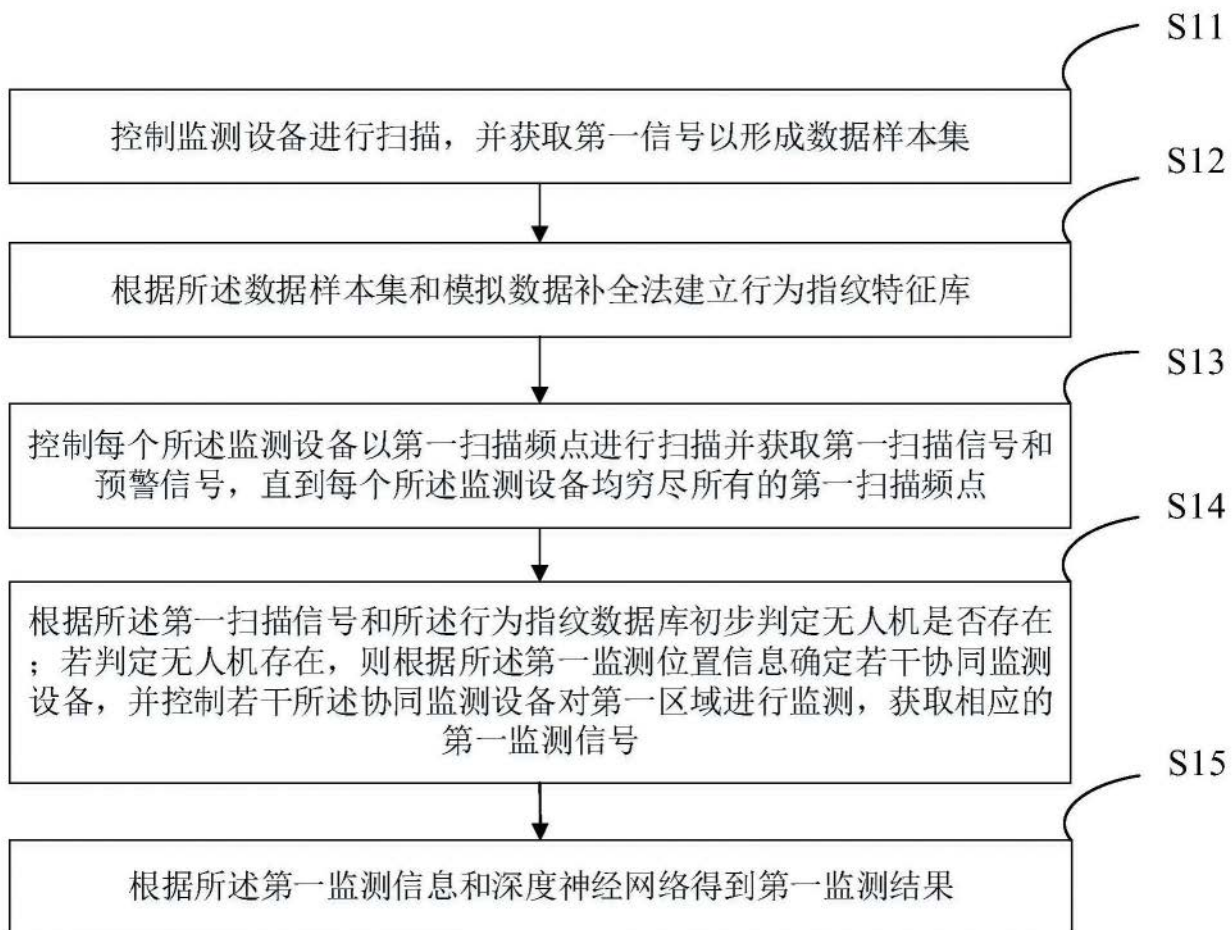


图2

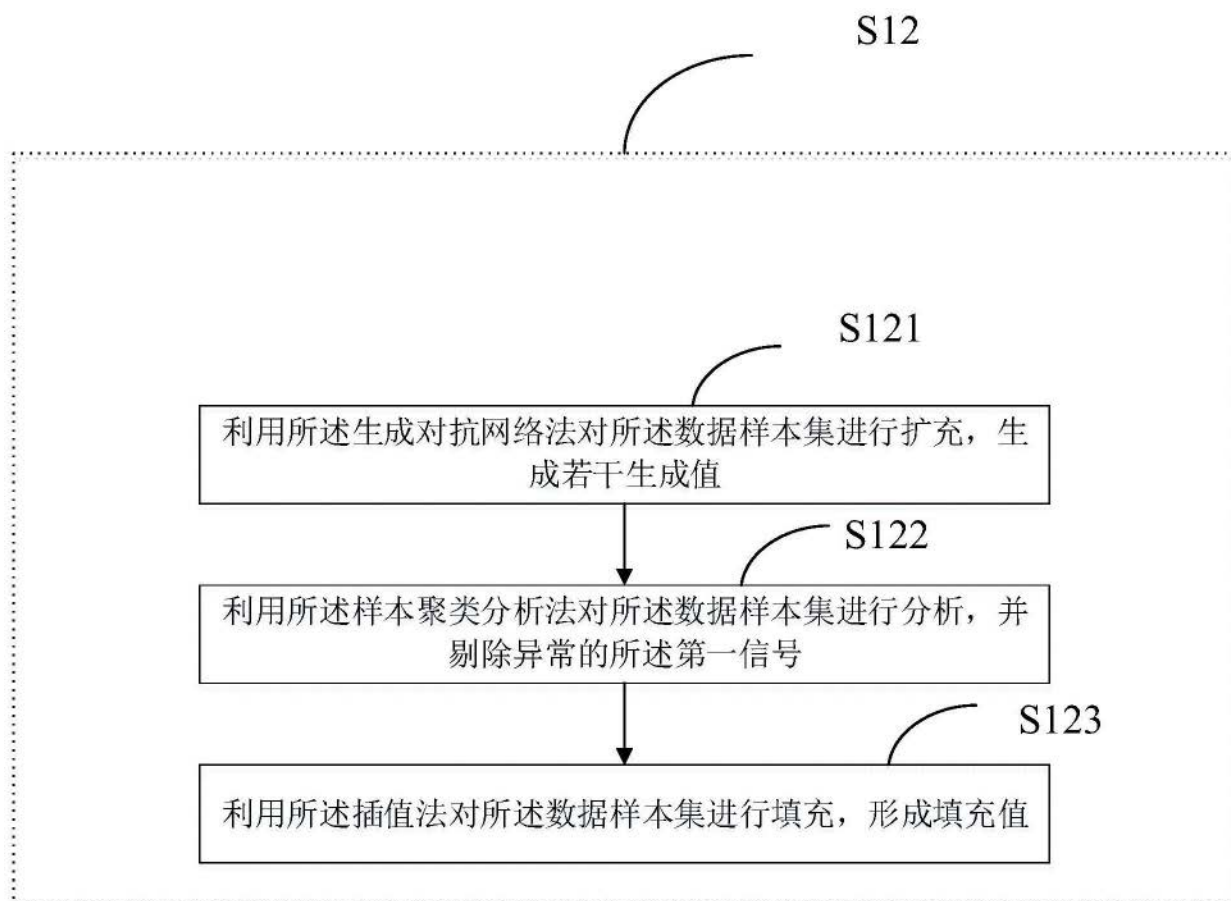


图3

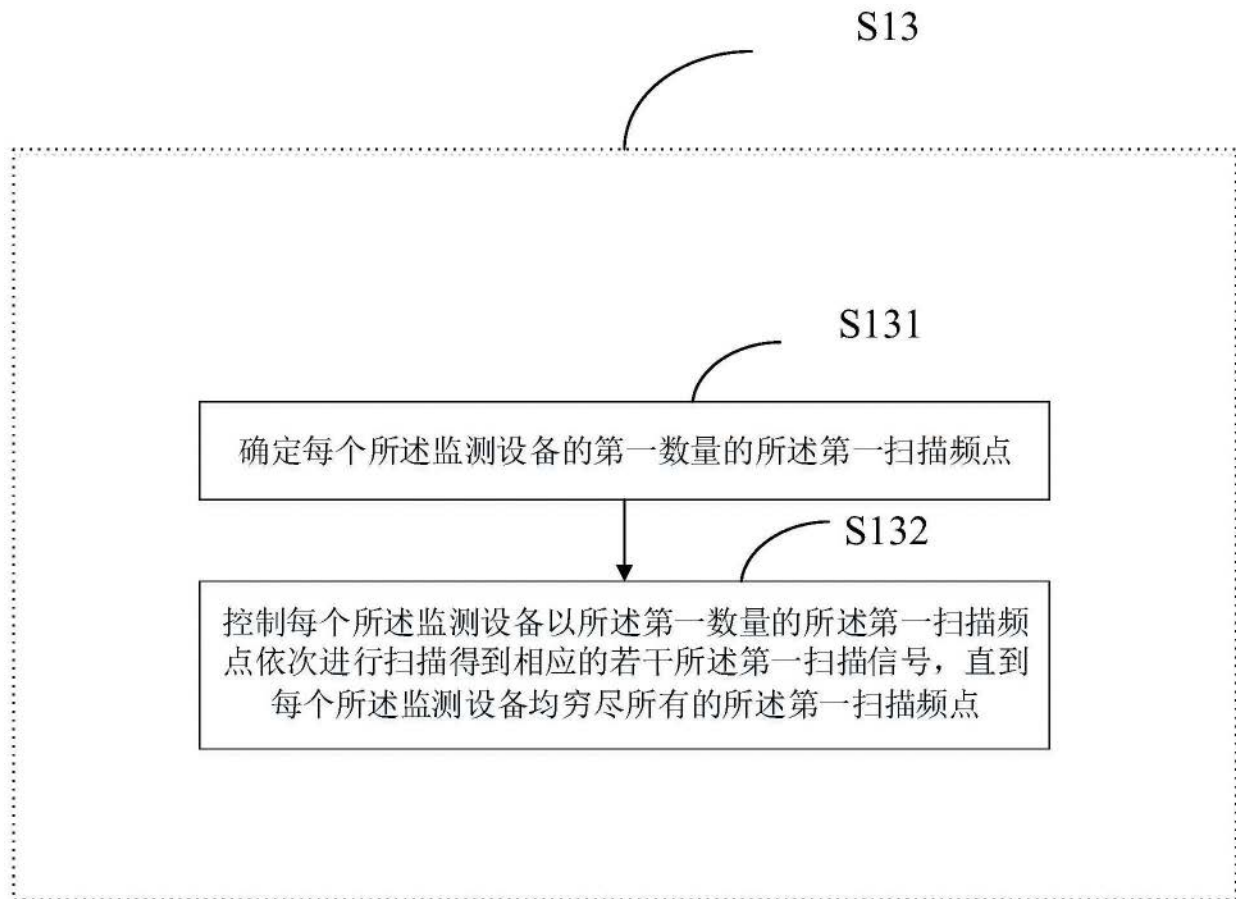


图4

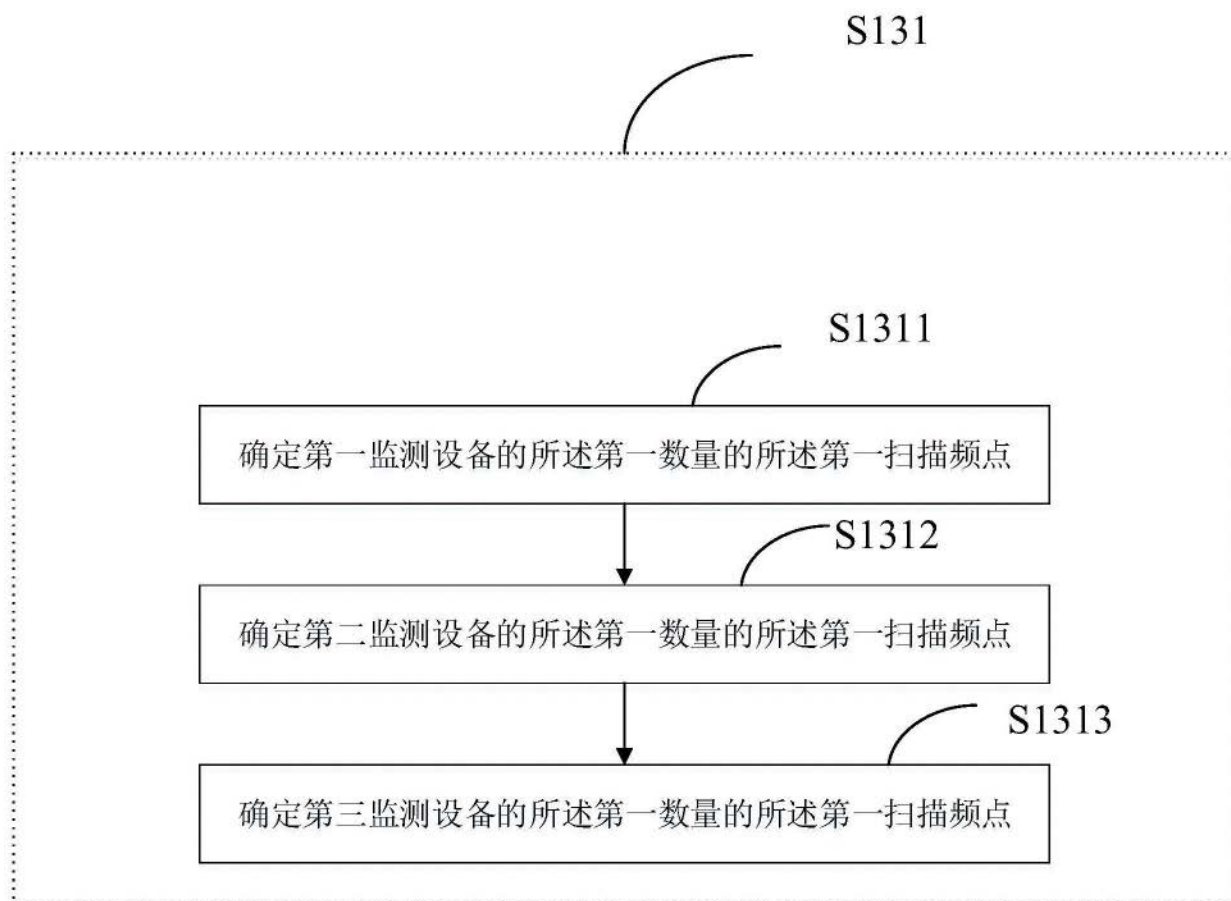


图5

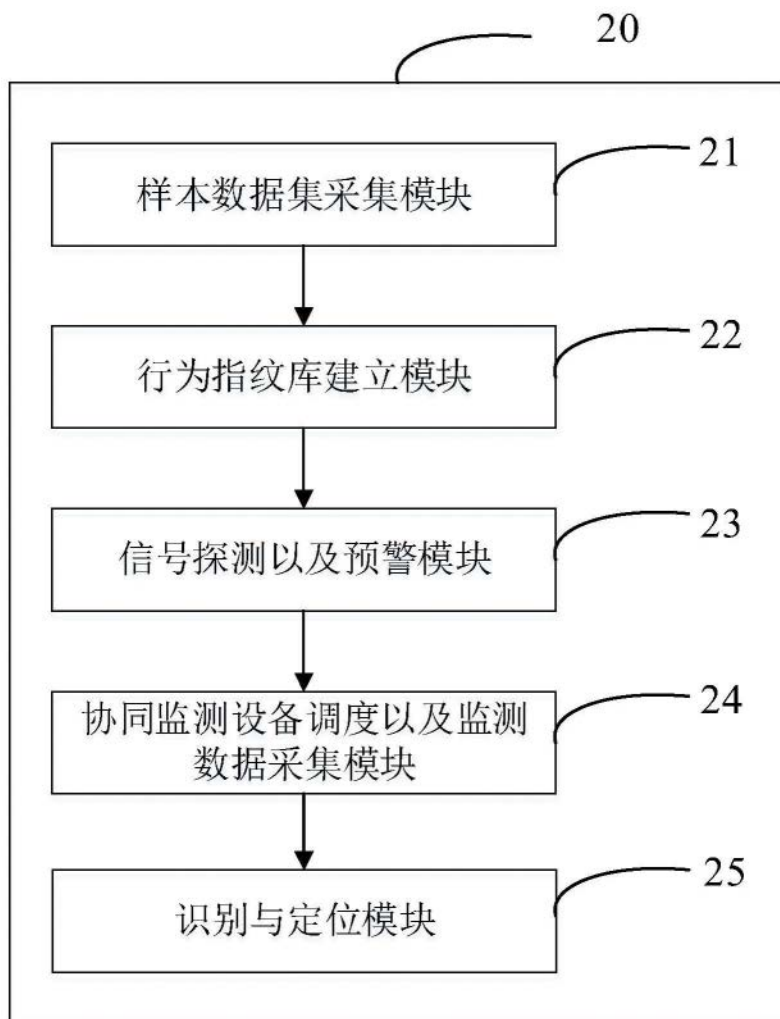


图6

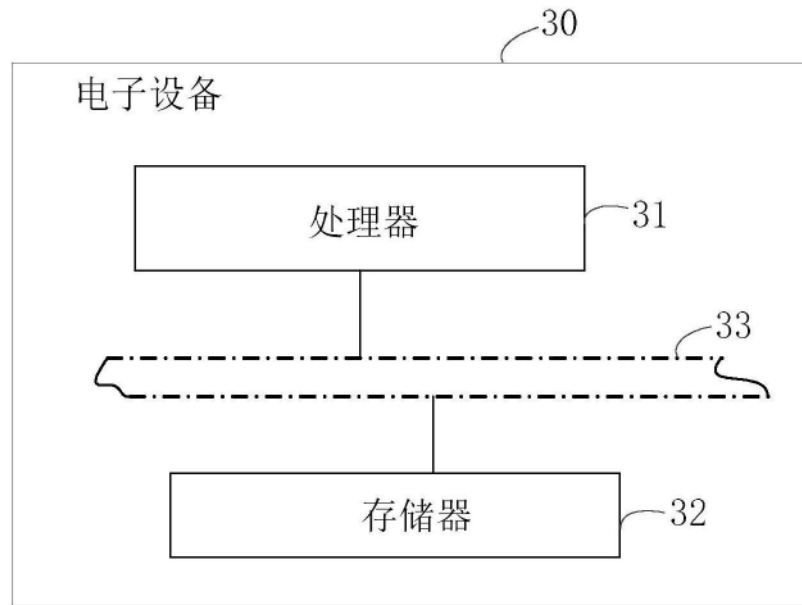


图7