



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112986909 B

(45) 授权公告日 2021.08.13

(21) 申请号 202110514553.9

(22) 申请日 2021.05.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112986909 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(73) 专利权人 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 黄超 任澳东 黎秋媚 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

代理人 徐海晟

(51) Int. Cl.

G01S 5/02 (2010.01)

(56) 对比文件

CN 101014877 A, 2007.08.08

CN 105425208 A, 2016.03.23

CN 109901106 A, 2019.06.18

US 10591609 B1, 2020.03.17

CN 112034420 A, 2020.12.04

CN 112235807 A, 2021.01.15

CN 110895419 A, 2020.03.20

李光伟等. 频谱探测技术在无人机探测与反制领域的应用.《警察技术》.2019, (第3期),

Roberto Opromolla et al.. A Vision-Based Approach to UAV Detection and Tracking in Cooperative Applications.《Sensors》.2018, 第18卷(第10期),

审查员 陈曦

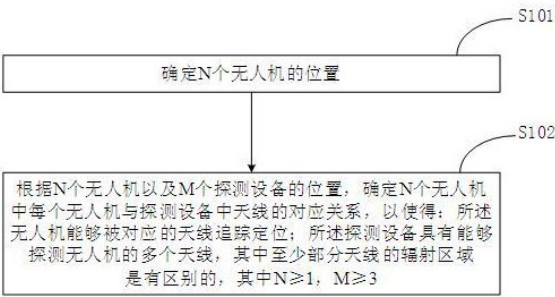
权利要求书4页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

基于天线切换和TDOA的定位方法、系统、装置

(57) 摘要

本发明提供了一种基于天线切换和TDOA的定位方法、系统、装置, 其中的定位方法, 包括: 确定N个无人机的位置; 根据N个无人机以及M个探测设备的位置, 确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系, 以使得: 所述无人机能够被对应的天线追踪定位; 所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线, 其中至少部分天线的辐射区域是有区别的, 其中 $N \geq 1$ ,  $M \geq 3$ 。本发明提供的定位方法, 突破了单一天线的局限性, 还实现了天线的切换, 可较为准确地找到比较适于追踪对应无人机的天线, 始终保持用较适宜的天线对无人机持续定位追踪, 进而有助于显著提高信号的接收灵敏度, 降低来自其他方向的信号干扰, 实现最佳的探测跟踪效果。



1. 一种基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,包括:

确定N个无人机的位置;

根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,以使得:所述无人机能够被对应的天线追踪定位;所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线,其中至少部分天线的辐射区域是有区别的,其中 $N \geq 1$ ,  $M \geq 3$ ;并且:在所确定的所述对应关系中,所述无人机所对应的天线随所述无人机的位置变化而切换;

所述探测设备的多个天线包括全向天线;

根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,包括:

针对于任意之一第二无人机与第二探测设备,若所述第二无人机与所述第二探测设备的距离小于或等于距离门限,则确定所述第二无人机与所述第二探测设备的全向天线对应。

2. 根据权利要求1所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,所述探测设备的多个天线包括多个定向天线,不同定向天线朝向不同方向。

3. 根据权利要求2所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,包括:

针对于任意之一第一无人机与第一探测设备,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息;

根据所述角度信息,在所述第一探测设备的多个定向天线中,确定所述第一无人机对应的定向天线。

4. 根据权利要求3所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息,包括:

根据以下公式,计算所述角度信息:

$$\theta = \cos^{-1} \frac{y_0 - y_1}{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}} * 180 / \pi$$

式中,

$\theta$ 表示所述第一无人机的位置与所述第一探测设备的位置连线与指定方向的方向角;

$x_0$ 表示所述第一无人机在x轴的方向的位置;

$y_0$ 表示所述第一无人机在y轴的方向的位置;

$x_1$ 表示所述第一探测设备在x轴的方向的位置;

$y_1$ 表示所述第一探测设备在y轴的方向的位置。

5. 根据权利要求3所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息之前,还包括:

确定所述第一无人机与所述第一探测设备之间的距离大于距离门限。

6. 根据权利要求2所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,所述探测设备

的多个定向天线可以组合覆盖水平 $360^{\circ}$ 方向的信号接收。

7. 根据权利要求1至6任一项所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,还包括:

若探测到一个新的第三无人机,则在探测到所述第三无人机的任意第三探测设备的一个探测周期内,获取所述第三无人机的信号强度信息;

根据所述信号强度信息,确定所述第三无人机与所述第三探测设备中信号强度最强一个天线的对应关系,以使得所述第三无人机能够被对应的天线追踪定位。

8. 根据权利要求1所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,还包括:

针对于任意之一第四无人机,若预设时长内所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系。

9. 根据权利要求8所述的基于天线切换和TDOA的定位方法,其特征在于,若预设时长内所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系,包括:

若连续L个探测周期内,所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系,所述L个探测周期匹配于所述预设时长,其中, $L \geq 1$ 。

10. 一种基于天线切换和TDOA的定位系统,其特征在于,包括上位机、M个探测设备,N个无人机;

所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线,其中至少部分天线在水平方向上的辐射范围是有区别的,

所述上位机用于执行权利要求1至9任一项所述的基于天线切换和TDOA的定位方法。

11. 一种基于天线切换和TDOA的定位装置,其特征在于,包括:

位置确定模块,用于确定N个无人机的位置;

天线选择模块,用于根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,以使得:所述无人机能够被对应的天线追踪定位;所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线,其中至少部分天线的辐射区域是有区别的,其中 $N \geq 1$ ,  $M \geq 3$ ;并且:在所确定的所述对应关系中,所述无人机所对应的天线随所述无人机的位置变化而切换;

所述探测设备的多个天线包括全向天线;

所述天线选择模块,还用于:

针对于任意之一第二无人机与第二探测设备,若所述第二无人机与所述第二探测设备的距离小于或等于距离门限,则确定所述第二无人机与所述第二探测设备的全向天线对应。

12. 根据权利要求11所述的基于天线切换和TDOA的定位装置,其特征在于,所述探测设备的多个天线包括多个定向天线,不同定向天线朝向不同方向。

13. 根据权利要求12所述的基于天线切换和TDOA的定位装置,其特征在于,所述天线选择模块,包括:

角度计算单元,用于针对于任意之一第一无人机与第一探测设备,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信

息；

定向天线选择单元，用于根据所述角度信息，在所述第一探测设备的多个定向天线中，确定所述第一无人机对应的定向天线。

14. 根据权利要求13所述的基于天线切换和TDOA的定位装置，其特征在于，所述角度计算单元具体包括：

根据以下公式，计算所述角度信息：

$$\theta = \cos^{-1} \frac{y_0 - y_1}{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}} * 180 / \pi$$

式中，

$\theta$ 表示所述第一无人机的位置与所述第一探测设备的位置连线与指定方向的方向角；

$x_0$ 表示所述第一无人机在x轴的方向的位置；

$y_0$ 表示所述第一无人机在y轴的方向的位置；

$x_1$ 表示所述第一探测设备在x轴的方向的位置；

$y_1$ 表示所述第一探测设备在y轴的方向的位置。

15. 根据权利要求13所述的基于天线切换和TDOA的定位装置，其特征在于，所述定向天线选择单元还用于：

确定所述第一无人机与所述第一探测设备之间的距离大于距离门限。

16. 根据权利要求14所述的基于天线切换和TDOA的定位装置，其特征在于，所述探测设备的多个定向天线可以组合覆盖水平360°方向的信号接收。

17. 根据权利要求11至16任一项所述的基于天线切换和TDOA的定位装置，其特征在于，还包括，无人机添加模块，用于：

若探测到一个新的第三无人机，则在探测到所述第三无人机的任意第三探测设备的一个探测周期内，获取所述第三无人机的信号强度信息；

根据所述信号强度信息，确定所述第三无人机与所述第三探测设备中信号强度最强一个天线的对应关系，以使得所述第三无人机能够被对应的天线追踪定位。

18. 根据权利要求11所述的基于天线切换和TDOA的定位装置，其特征在于，还包括，无人机删除模块，用于：

针对于任意之一第四无人机，若预设时长内所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机，则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系。

19. 根据权利要求18所述的基于天线切换和TDOA的定位装置，其特征在于，所述无人机删除模块，具体用于：

若连续L个探测周期内，所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机，则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系，所述L个探测周期匹配于所述预设时长，其中， $L \geq 1$ 。

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9任一项所述的基于天线切换和TDOA的定位方法。

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9任一项所述的基于天线切换和TDOA的定位方法。

## 基于天线切换和TDOA的定位方法、系统、装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,尤其涉及一种基于天线切换和TDOA的定位方法、系统、装置。

### 背景技术

[0002] 随着无人机广泛应用,全球无人机市场规模的进一步扩大,民用无人机市场潜力巨大,必将向更广阔的领域推广,但我国对无人机的监管体系不够完善,无人机的大量使用会给公共安全带来隐患,因此对于无人机的追踪监控,尤为重要。

[0003] 在利用TDOA技术来对无人机进行定位时一般采用单一辐射区域的天线(例如全向天线),然而,单一的天线会具有一定局限性,例如:全向天线的优点在于可以覆盖水平 $360^{\circ}$ 方向的信号接收,但全向天线接收灵敏度没有定向天线高,并且在接收信号的同时能够接收到不同方向的干扰信号,因此接收信号的信噪比易受环境的影响。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种基于天线切换和TDOA的定位方法、系统、装置,以解决单一辐射区域有其局限性的问题。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供了一种基于天线切换和TDOA的定位方法,包括:

[0006] 确定N个无人机的位置;

[0007] 根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,以使得:所述无人机能够被对应的天线追踪定位;所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线,其中至少部分天线辐射区域是有区别的,其中 $N \geq 1$ ,  $M \geq 3$ ;并且:在所确定的所述对应关系中,所述无人机所对应的天线随所述无人机的位置变化而切换。

[0008] 可选的,所述探测设备的多个天线包括多个定向天线,不同定向天线朝向不同方向。

[0009] 可选的,根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,包括:

[0010] 针对于任意之一第一无人机与第一探测设备,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息;

[0011] 根据所述角度信息,在所述第一探测设备的多个定向天线中,确定所述第一无人机对应的定向天线。

[0012] 可选的,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息,包括:

[0013] 根据以下公式,计算所述角度信息:

$$[0014] \quad \theta = \cos^{-1} \frac{y_0 - y_1}{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}} * 180 / \pi;$$

[0015] 式中,

[0016]  $\theta$ 表示所述第一无人机的位置与所述第一探测设备的位置连线与指定方向的方向角;

[0017]  $x_0$ 表示所述第一无人机在x轴的方向的位置;

[0018]  $y_0$ 表示所述第一无人机在y轴的方向的位置;

[0019]  $x_1$ 表示所述第一探测设备在x轴的方向的位置;

[0020]  $y_1$ 表示所述第一探测设备在y轴的方向的位置。

[0021] 可选的,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息之前,还包括:

[0022] 确定所述第一无人机与所述第一探测设备之间的距离大于距离门限。

[0023] 可选的,所述探测设备的多个定向天线可以组合覆盖水平360°方向的信号接收。

[0024] 可选的,所述探测设备的多个天线包括全向天线;

[0025] 根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,包括:

[0026] 针对于任意之一第二无人机与第二探测设备,若所述第二无人机与所述第二探测设备的距离小于或等于距离门限,则确定所述第二无人机与所述第二探测设备的全向天线对应。

[0027] 可选的,所述基于天线切换和TDOA的定位方法还包括:

[0028] 若探测到一个新的第三无人机,则在探测到所述第三无人机的任意第三探测设备的一个探测周期内,获取所述第三无人机的信号强度信息;

[0029] 根据所述信号强度信息,确定所述第三无人机与所述第三探测设备中信号强度最强一个天线的对应关系,以使得所述第三无人机能够被对应的天线追踪定位。

[0030] 可选的,所述基于天线切换和TDOA的定位方法还包括:

[0031] 针对于任意之一第四无人机,若预设时长内所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系。

[0032] 可选的,若预设时长内所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系,包括:

[0033] 若连续L个探测周期内,所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系,所述L个探测周期匹配于所述预设时长,其中, $L \geq 1$ 。

[0034] 根据本发明的第二方面,提供了一种基于天线切换和TDOA的定位系统,包括上位机、M个探测设备,N个无人机;

[0035] 所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线,其中至少部分天线在水平方向上的辐射范围是有区别的,

[0036] 所述上位机用于执行本发明第一方面及其可选方案所述的基于天线切换和TDOA的定位方法。

[0037] 根据本发明的第三方面,提供了一种基于天线切换和TDOA的定位装置,包括:

[0038] 位置确定模块,用于确定N个无人机的位置;

[0039] 天线选择模块,用于根据N个无人机以及M个探测设备的位置,确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系,以使得:所述无人机能够被对应的天线追踪定位;所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线,其中至少部分天线的辐射区域是有区别的,其中 $N \geq 1$ ,  $M \geq 3$ ;并且:在所确定的所述对应关系中,所述无人机所对应的天线随所述无人机的位置变化而切换。

[0040] 可选的,所述探测设备的多个天线包括多个定向天线,不同定向天线朝向不同方向。

[0041] 可选的,所述天线选择模块,包括:

[0042] 角度计算单元,用于针对于任意之一第一无人机与第一探测设备,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息;

[0043] 定向天线选择单元,用于根据所述角度信息,在所述第一探测设备的多个定向天线中,确定所述第一无人机对应的定向天线。

[0044] 可选的,所述角度计算单元具体包括:

[0045] 根据以下公式,计算所述角度信息:

[0046] 
$$\theta = \cos^{-1} \frac{y_0 - y_1}{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}} * 180 / \pi;$$

[0047] 式中,

[0048]  $\theta$ 表示所述第一无人机的位置与所述第一探测设备的位置连线与指定方向的方向角;

[0049]  $x_0$ 表示所述第一无人机在x轴的方向的位置;

[0050]  $y_0$ 表示所述第一无人机在y轴的方向的位置;

[0051]  $x_1$ 表示所述第一探测设备在x轴的方向的位置;

[0052]  $y_1$ 表示所述第一探测设备在y轴的方向的位置。

[0053] 可选的,所述定向天线选择单元还用于:

[0054] 确定所述第一无人机与所述第一探测设备之间的距离大于距离门限。

[0055] 可选的,所述探测设备的多个定向天线可以组合覆盖水平 $360^\circ$ 方向的信号接收。

[0056] 可选的,所述探测设备的多个天线包括全向天线;

[0057] 所述天线选择模块,还用于:

[0058] 针对于任意之一第二无人机与第二探测设备,若所述第二无人机与所述第二探测设备的距离小于或等于距离门限,则确定所述第二无人机与所述第二探测设备的全向天线对应。

[0059] 可选的,所述基于天线切换和TDOA的定位装置还包括,无人机添加模块,用于:

[0060] 若探测到一个新的第三无人机,则在探测到所述第三无人机的任意第三探测设备的一个探测周期内,获取所述第三无人机的信号强度信息;

[0061] 根据所述信号强度信息,确定所述第三无人机与所述第三探测设备中信号强度最



强一个天线的对应关系,以使得所述第三无人机能够被对应的天线追踪定位。

[0062] 可选的,所述基于天线切换和TDOA的定位装置还包括,无人机删除模块,用于:

[0063] 针对于任意之一第四无人机,若预设时长内所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系。

[0064] 可选的,所述无人机删除模块,具体用于:

[0065] 若连续L个探测周期内,所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系,所述L个探测周期匹配于所述预设时长,其中, $L \geq 1$ 。

[0066] 根据本发明的第四方面,提供了一种电子设备,包括处理器与存储器,

[0067] 所述存储器,用于存储代码和相关数据;

[0068] 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及其可选方案所述的基于天线切换和TDOA的定位方法。

[0069] 根据本发明的第五方面,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本发明第一方面及其可选方案所述的基于天线切换和TDOA的定位方法。

[0070] 本发明提供的基于天线切换和TDOA的定位方法、系统、装置中,为探测设备配置了多个天线,且其中至少部分天线的辐射区域是有区别的,进而,可有助于选择合适的天线进行无人机追踪,突破了单一天线的局限性,同时,本发明还实现了天线的切换,其中,由于天线与无人机的对应关系是基于无人机的位置确定的,可较为准确地找到比较适于追踪对应无人机的天线,始终保持用较适宜的天线对无人机持续定位追踪,进而,可以有助于显著提高信号的接收灵敏度,降低来自其他方向的信号干扰,以此可实现最佳的探测跟踪效果。

[0071] 本发明的可选方案中,通过在不同朝向的定向天线选择对应的定向天线追踪定位无人机,在保证接收信号高灵敏度于高信噪比的基础上,实现同时对多方位的信号监测。

[0072] 本发明的可选方案中,通过分时探测定位,即在不同的时隙对不同频率的目标无人机选择不同的接收天线,并完成信号接收与处理,实现对多架次无人机的追踪定位。

## 附图说明

[0073] 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。

[0074] 图1是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位方法的流程示意图一;

[0075] 图2是本发明一实施例中步骤S102的流程示意图一;

[0076] 图3是本发明一实施例中步骤S102的流程示意图二;

[0077] 图4是本发明一实施例中步骤S102的流程示意图三;

[0078] 图5是本发明一实施例中探测设备天线的示意图;

[0079] 图6是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位方法的流程示意图二;

[0080] 图7是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位方法的流程示意图三;

[0081] 图8是本发明一实施例中步骤S105的流程示意图;

[0082] 图9是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位方法的作用原理示意图;

- [0083] 图10是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位系统的结构示意图；
- [0084] 图11是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位装置的程序模块示意图一；
- [0085] 图12是本发明一实施例中天线选择模块302的程序模块示意图；
- [0086] 图13是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位装置的程序模块示意图二；
- [0087] 图14是本发明一实施例中基于天线切换和TDOA的定位装置的程序模块示意图三；
- [0088] 图15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

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] 本发明实施例所提供的定位无人机控制端的处理方法、装置可应用于任意对具有数据处理能力的终端或服务器，其可以为TDOA定位设备的一部分，也可以是与TDOA定位设备直接或间接通讯的终端或服务器。

[0093] 请参考图1，基于天线切换和TDOA的定位方法，包括：

[0094] S101：确定N个无人机的位置；

[0095] S102：根据N个无人机以及M个探测设备的位置，确定N个无人机中每个无人机与探测设备中天线的对应关系，以使得：所述无人机能够被对应的天线追踪定位；所述探测设备具有能够探测无人机的多个天线，其中至少部分天线的辐射区域是有区别的，其中 $N \geq 1$ ， $M \geq 3$ ；并且：在所确定的所述对应关系中，所述无人机所对应的天线随所述无人机的位置变化而切换。

[0096] 其中的辐射区域，可以理解为天线对空间内一定角度的信号具有辐射或接收能力，进一步地，该辐射区域可以指水平维度中探测设备周向一定角度范围和一定距离范围内的区域，在水平维度上具有不同辐射区域的天线可以实现对不同角度范围的信号的接收与辐射。

[0097] 一种举例中，同一个探测设备所有的天线的辐射区域无重合，再一种举例中，同一个探测设备部分天线的辐射范围有重合。同时，同一个探测设备的组合天线可覆盖 $360^\circ$ 方向的信号接收。

[0098] 在步骤S102中，根据N个无人机以及M个探测设备的位置，确定N个无人机中每个无

人机与探测设备中天线的对应关系,可例如,确定探测设备中的、辐射范围覆盖无人机位置的其中之一天线与无人机形成对应关系,又可例如,确定探测设备中的、辐射范围覆盖无人机位置的多个天线均与无人机形成对应关系。

[0099] 以上基于天线切换和TDOA的定位方法的实施方式中,为探测设备配置了多个天线,且其中至少部分天线的辐射区域是有区别的,进而,可有助于选择合适的天线进行无人机追踪,突破了单一天线的局限性,同时,本发明还实现了天线的切换,其中,由于天线与无人机的对应关系是基于无人机的位置确定的,可较为准确地找到比较适于追踪对应无人机的天线,始终保持用较适宜的天线对无人机持续定位追踪,进而,可以有助于显著提高信号的接收灵敏度,降低来自其他方向的信号干扰,以此可实现最佳的探测跟踪效果。

[0100] 一种实施方式中,所述探测设备的多个天线包括多个定向天线,不同定向天线朝向不同方向。

[0101] 请参考图2,一种实施方式中,步骤S102,包括:

[0102] S1021:针对于任意之一第一无人机与第一探测设备,根据所述第一无人机以及所述第一探测设备的位置,确定所述第一无人机相对于所述第一探测设备的角度信息;

[0103] S1022:根据所述角度信息,在所述第一探测设备的多个定向天线中,确定所述第一无人机对应的定向天线。

[0104] 其中的角度信息,可例如,第一无人机位置和第一探测设备位置的连线与正北方向的方向角,进而可以根据方向角以及定向天线的朝向,确定第一无人机对应的定向天线。

[0105] 一种举例中,角度信息是根据无人机与探测设备的位置坐标计算得到的,又一种举例中,角度信息是通过探测设备探测得到的,可例如,探测设备包括空间谱测向装置,通过此装置确定无人机相对于探测设备的角度。

[0106] 以上实施方式中,根据无人机相对于探测设备的角度,选择不同朝向的定向天线追踪定位无人机,可以实现多方位无人机的同时定位追踪,单个定向天线具有较高的灵敏度,同时可以减少环境中不同方向的信号的干扰,提供接收信号的信噪比。

[0107] 一种实施方式中,步骤S1021,包括:

[0108] 根据以下公式,计算所述角度信息:

$$[0109] \quad \theta = \cos^{-1} \frac{y_0 - y_1}{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}} * 180/\pi ; \quad (\text{公式1})$$

[0110] 式中,

[0111]  $\theta$ 表示所述第一无人机的位置与所述第一探测设备的位置连线与指定方向(例如正北方向)的方向角;

[0112]  $x_0$ 表示所述第一无人机在x轴的方向的位置;

[0113]  $y_0$ 表示所述第一无人机在y轴的方向的位置;

[0114]  $x_1$ 表示所述第一探测设备在x轴的方向的位置;

[0115]  $y_1$ 表示所述第一探测设备在y轴的方向的位置。

[0116] 请参考图3,一种实施方式中,步骤S1021之前,还包括:

[0117] S1023:确定所述第一无人机与所述第一探测设备之间的距离大于距离门限。

[0118] 以上实施方式中,通过确定第一无人机与第一探测设备的距离,确定第一探测设备天线中的至少之一定向天线与无人机具有对应关系,其中的距离门限可以根据天线的参

数以及具体使用场景,选择合适的值。

[0119] 一种实施方式中,所述探测设备的多个定向天线可以组合覆盖水平 $360^{\circ}$ 方向的信号接收。

[0120] 一种举例中,定向天线可以排列成环状结构,进而实现组合覆盖水平 $360^{\circ}$ 方向的信号接收,一种举例中,定向天线可以排成一行,调整天线的不同朝向,实现组合覆盖水平 $360^{\circ}$ 方向的信号接收。

[0121] 以上实施方式中,通过采用多个定向天线组成的组合天线,实现全方位的信号覆盖,进而可以同时对方位的信号进行探测。

[0122] 一种举例中,每个定向天线的覆盖范围为 $120^{\circ}$ ,每个探测设备包括至少3个定向天线,一种举例中,每个定向天线的覆盖范围为 $60^{\circ}$ ,每个探测设备包括至少6个定向天线,可见定向天线的数量可以根据定向天线的覆盖范围,选择最佳的数量。

[0123] 请参考图4,一种实施方式中,所述探测设备的多个天线包括全向天线;

[0124] 步骤S102,包括:

[0125] S1024:针对于任意之一第二无人机与第二探测设备,若所述第二无人机与所述第二探测设备的距离小于或等于距离门限,则确定所述第二无人机与所述第二探测设备的全向天线对应。

[0126] 以上实施方式中,步骤S1024中,通过对无人机与探测设备的距离判断,选择是否采用全向天线,进而可以在无人机距离探测设备比较近时,采用全向天线进行定位追踪,达到最佳的探测追踪效果。

[0127] 请参考图5,一种举例中,探测设备的天线包括定向天线A、定向天线B、定向天线C和全向天线D,定向天线的覆盖范围为 $120^{\circ}$ ;

[0128] 当无人机与探测设备之间的距离大于距离门限时,计算无人机相对于探测设备的角度信息,进而根据角度信息选择其中之一的定向天线对无人机进行定位追踪;

[0129] 当无人机与探测设备之间的距离小于或等于距离门限时,切换成全向天线D对无人机进行定位追踪。

[0130] 请参考图6,一种实施方式中,所述基于天线切换和TDOA的定位方法还包括:

[0131] S103:若探测到一个新的第三无人机,则在探测到所述第三无人机的任意第三探测设备的一个探测周期内,获取所述第三无人机的信号强度信息;

[0132] S104:根据所述信号强度信息,确定所述第三无人机与所述第三探测设备中信号强度最强一个天线的对应关系,以使得所述第三无人机能够被对应的天线追踪定位。

[0133] 其中的探测周期可以理解为,任意之一天线完成所有频点的无人机探测的完整过程。

[0134] 一种举例中,新的第三无人机可以理解为,在之前的多个探测周期内,始终未探测到第三无人机,进而当前未建立起该第三无人机与天线的任何对应关系;再一种举例中,新的第三无人机可以理解为,在之前预设时长内,因始终未探测到而删除与任意探测设备的天线对应关系的第三无人机。

[0135] 其中的信号强度信息可以理解为,探测设备接收到的无人机的信号强度,可例如接收信号强度指示(Received Signal Strength Indication,简称RSSI),信号强度越高,接收到的信号的质量就会越高,对第三无人机的定位追踪效果就越好。

[0136] 以上实施方式中,M个探测设备会持续在每个探测周期内,完成不同频点的信号探测,若探测到一个新的第三无人机,则根据第三探测设备中每个天线对第三无人机的信号强度信息,选择第三探测设备中的其中之一天线对第三无人机进行定位追踪。

[0137] 以上实施方式中,在不同的时隙对不同频率的目标无人机选择不同的接收天线,并完成信号接收与处理流程,采用了分时探测定位的方法以实现多架次无人机的探测与定位。

[0138] 请参考图7,一种实施方式中,所述基于天线切换和TDOA的定位方法还包括:

[0139] S105:针对于任意之一第四无人机,若预设时长内所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系。

[0140] 以上未探测到无人机,可例如,第四无人机超出天线的辐射范围,使得天线无法探测到第四无人机,又可例如,第四停止飞行,天线无法探测到无人机。

[0141] 以上实施方式中,通过实时监控无人机,掌握无人机的动态,实现对无人机的管控。

[0142] 请参考图8,一种实施方式中,步骤S105,包括:

[0143] S1051:若连续L个探测周期内,所述第四无人机对应的天线始终未探测到所述第四无人机,则确定所述第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系,所述L个探测周期匹配于所述预设时长,其中, $L \geq 1$ 。

[0144] 以上可以理解为,每个无人机都设置一个生命周期,其初始值为L。在步骤S103的无人机探测过程中,若当前探测周期没有探测到第四无人机,则第四无人机的生命周期-1。若当前探测周期探测到第四无人机,则该无人机生命周期恢复为初始值L。当第四无人机生命周期变为0,则确定第四无人机与任意探测设备的天线均无对应关系。

[0145] 下面将结合图9,对本发明一实施例的基于天线切换和TDOA的定位方法进行阐述:

[0146] 图9中包括4个探测设备,每个探测设备包括由定向天线A、定向天线B、定向天线C和全向天线D组成的组合天线,P1和P2为无人机2运行轨迹上选取的两个点,P3和P4为无人机1运行轨迹上选取的两个点;

[0147] 将定向天线A对准正北方向,以组合天线1以及无人机在P1的位置为例,步骤S1021具体包括:

[0148] 根据无人机2在P2位置的坐标 $(x_0, y_0, z_0)$ 以及组合天线1的位置坐标 $(x_1, y_1, z_1)$ ,计算无人机2在P2位置时与组合天线1之间的距离;

[0149] 若无人机2在P2位置时与组合天线1之间的距离大于距离门限,则由公式1计算得到角度信息 $\theta$ ,并执行以下至少之一的动作;

[0150] 若角度信息 $\theta \leq 60^\circ$ ,则确定组合天线1中的定向天线A与无人机2的对应关系;

[0151] 若角度信息 $\theta > 60^\circ$ 且 $x_0 \geq x_1$ ,则确定组合天线1中的定向天线B与无人机2的对应关系;

[0152] 若角度信息 $\theta > 60^\circ$ 且 $x_0 < x_1$ ,则确定组合天线1中的定向天线C与无人机2的对应关系;

[0153] 若无人机2在P2位置时与组合天线1之间的距离小于或等于距离门限,则确定组合天线1中的全向天线D与无人机2的对应关系。

[0154] 将无人机与定向天线之间的对应关系写入天线选择列表中,将得到下表1。

[0155] 表1

	P1	P3
组合天线 1	B	C
[0156] 组合天线 2	C	C
组合天线 3	B	C
组合天线 4	A	C

[0157] 表2

	P2	P4
组合天线 1	C	C
[0158] 组合天线 2	C	C
组合天线 3	B	B
组合天线 4	A	A

[0159] 上表1表明了无人机1位于P3位置、无人机2位于P1位置对应组合天线中的哪个定向天线,上表2表明了无人机1位于P4位置、无人机2位于P2位置对应组合天线中的哪个定向天线,表中的A代表定向天线A,B代表定向天线B,C代表定向天线C。

[0160] 例如以无人机2为例,表1中,第二行第二列的B表明无人机2位于P1位置时,对应选择组合天线1中的定向天线B;表2中,第二行第二列的C表明无人机2位于P2位置时,对应选择组合天线1中的定向天线C。

[0161] 可进一步理解为,无人机P1位置运动到P2位置时,其对应的组合天线1中的定向天线发生了改变,实现了天线的切换,无人机与天线的对应关系由表1更新为表2。

[0162] 在无人机2的运动过程中,其对应的天线会随无人机2位置的变化而发生改变,始终保持采用灵敏度最好、接收信号质量最佳的天线对无人机2进行定位追踪。

[0163] 一种举例中,探测设备先在一个探测周期内,完成对所有频点的无人机的探测,根据探测得到的信号强度信息,选择信号强度能量最强的天线随无人机进行探测和追踪,并生成表征无人机与天线对应关系的天线选择列表;

[0164] 根据天线选择列表,对无人机进行定位,可例如TDOA定位;

[0165] 根据得到的无人机的位置以及探测设备的位置,生成无人机相对于探测设备的距离以及角度信息;

[0166] 进而,根据角度信息以及距离选择采用全向天线或任意之一定向天线对无人机进行定位追踪,并将对应关系更新到天线选择列表;

[0167] 在整个基于天线切换和TDOA的定位系统的工作过程中,探测设备始终周期性地完成所有频点的无人机探测,将实时监测到的新的无人机更新到天线选择列表。

[0168] 当无人机在预设时长内无法被任意一个探测设备探测到,则该无人机就从天线选

择列表中删除。

[0169] 以上更新到天线选择列表的过程,可理解为前文中确定天线与无人机对应关系的过程。

[0170] 本发明一实施例的基于天线切换和TDOA的定位方法,为探测设备配置了多个天线,且其中至少部分天线的辐射区域是有区别的,进而,可有助于选择合适的天线进行无人机追踪,突破了单一天线的局限性,同时,本发明还实现了天线的切换,其中,由于天线与无人机的对应关系是基于无人机的位置确定的,可较为准确地找到比较适于追踪对应无人机的天线,始终保持用较适宜的天线对无人机持续定位追踪,进而,可以有助于显著提高信号的接收灵敏度,降低来自其他方向的信号干扰,以此可实现最佳的探测跟踪效果。

[0171] 请参考图10,基于天线切换和TDOA的定位系统20,包括上位机201、M个探测设备203、N个无人机202;

[0172] 所述探测设备203具有能够探测无人机202的多个天线,其中至少部分天线在水平方向上的辐射范围是有区别的,

[0173] 所述上位机201用于执行前文所涉及的基于天线切换和TDOA的定位方法。

[0174] 一种实施方式中,所述探测设备203的多个天线包括多个定向天线,不同定向天线朝向不同方向。

[0175] 一种实施方式中,所述探测设备203的多个天线包括全向天线。

[0176] 请参考图11,基于天线切换和TDOA的定位装置30,包括:

[0177] 位置确定模块301,用于确定N个无人机202的位置;

[0178] 天线选择模块302,用于根据N个无人机202以及M个探测设备203的位置,确定N个无人机202中每个无人机202与探测设备203中天线的对应关系,以使得:所述无人机202能够被对应的天线追踪定位;所述探测设备203具有能够探测无人机的多个天线,其中至少部分天线的辐射区域是有区别的,其中 $N \geq 1$ ,  $M \geq 3$ ;并且:在所确定的所述对应关系中,所述无人机所对应的天线随所述无人机的位置变化而切换。

[0179] 一种实施方式中,所述探测设备203的多个天线包括多个定向天线,不同定向天线朝向不同方向。

[0180] 请参考图12,一种实施方式中,所述天线选择模块302,包括:

[0181] 角度计算单元3021,用于针对于任意之一第一无人机202与第一探测设备203,根据所述第一无人机202以及所述第一探测设备203的位置,确定所述第一无人机202相对于所述第一探测设备203的角度信息;

[0182] 定向天线选择单元3022,用于根据所述角度信息,在所述第一探测设备203的多个定向天线中,确定所述第一无人机202对应的定向天线。

[0183] 一种实施方式中,所述角度计算单元3021具体包括:

[0184] 根据以下公式,计算所述角度信息:

$$[0185] \quad \theta = \cos^{-1} \frac{y_0 - y_1}{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}} * 180 / \pi ; \quad (\text{公式1})$$

[0186] 式中,

[0187]  $\theta$ 表示所述第一无人机的位置与所述第一探测设备的位置连线与指定方向的方向

角；

[0188]  $x_0$ 表示所述第一无人机在x轴的方向的位置；

[0189]  $y_0$ 表示所述第一无人机在y轴的方向的位置；

[0190]  $x_1$ 表示所述第一探测设备在x轴的方向的位置；

[0191]  $y_1$ 表示所述第一探测设备在y轴的方向的位置。

[0192] 一种实施方式中，所述定向天线选择单元3022还用于：

[0193] 确定所述第一无人机202与所述第一探测设备203之间的距离大于距离门限。

[0194] 一种实施方式中，所述探测设备203的多个定向天线可以组合覆盖水平360°方向的信号接收。

[0195] 一种实施方式中，所述探测设备203的多个天线包括全向天线；

[0196] 所述天线选择模块302，还用于：

[0197] 针对于任意之一第二无人机202与第二探测设备203，若所述第二无人机202与所述第二探测设备203的距离小于或等于距离门限，则确定所述第二无人机202与所述第二探测设备203的全向天线对应。

[0198] 请参考图13，一种实施方式中，所述基于天线切换和TDOA的定位装置30还包括，无人机添加模块303，用于：

[0199] 若探测到一个新的第三无人机202，则在探测到所述第三无人机202的任意第三探测设备203的一个探测周期内，获取所述第三无人机202的信号强度信息；

[0200] 根据所述信号强度信息，确定所述第三无人机202与所述第三探测设备203中信号强度最强一个天线的对应关系，以使得所述第三无人机202能够被对应的天线追踪定位。

[0201] 请参考图14，一种实施方式中，所述基于天线切换和TDOA的定位装置30还包括，无人机删除模块304，用于：

[0202] 针对于任意之一第四无人机202，若预设时长内所述第四无人机202对应的天线始终未探测到所述第四无人机202，则确定所述第四无人机202与任意探测设备203的天线均无对应关系。

[0203] 一种实施方式中，所述无人机删除模块304，具体用于：

[0204] 若连续L个探测周期内，所述第四无人机202对应的天线始终未探测到所述第四无人机202，则确定所述第四无人机202与任意探测设备的天线均无对应关系，所述L个探测周期匹配于所述预设时长，其中， $L \geq 1$ 。

[0205] 请参考图15，本发明还提供了一种电子设备40，包括

[0206] 处理器41；以及，

[0207] 存储器42，用于存储处理器的可执行指令；

[0208] 其中，处理器41配置为经由执行可执行指令来执行以上所涉及的方法。

[0209] 处理器41能够通过总线43与存储器42通讯。

[0210] 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。

[0211] 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。

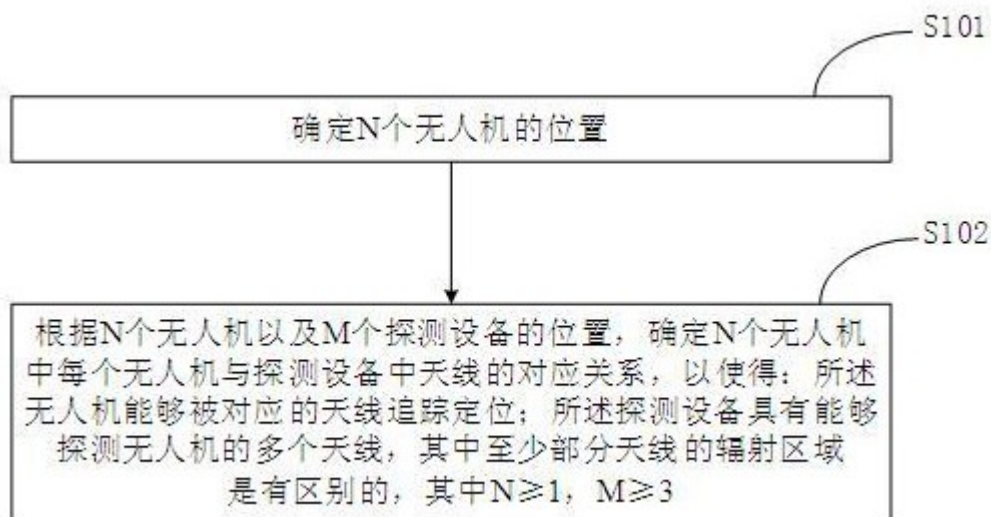


图1

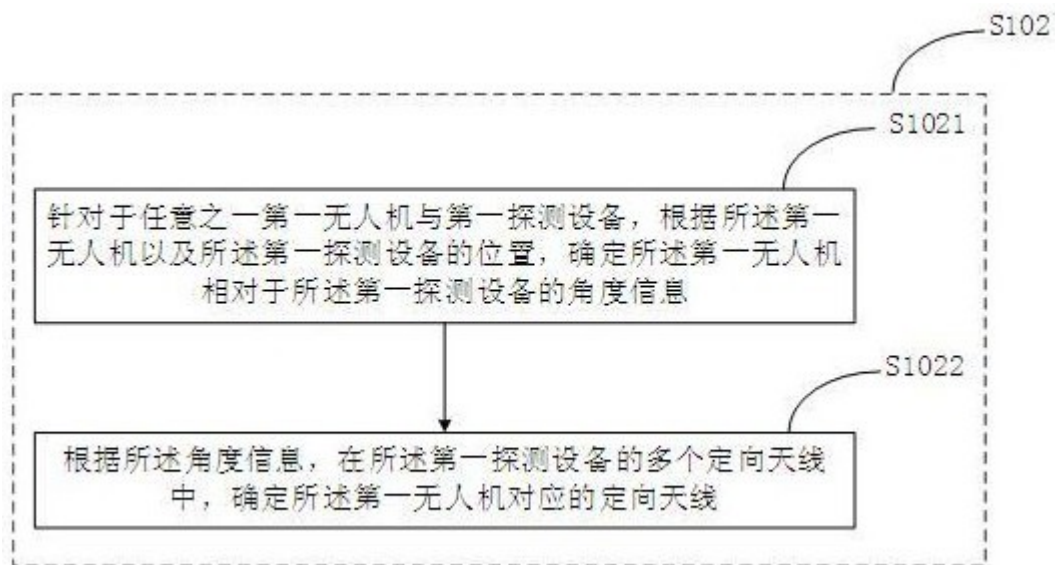


图2

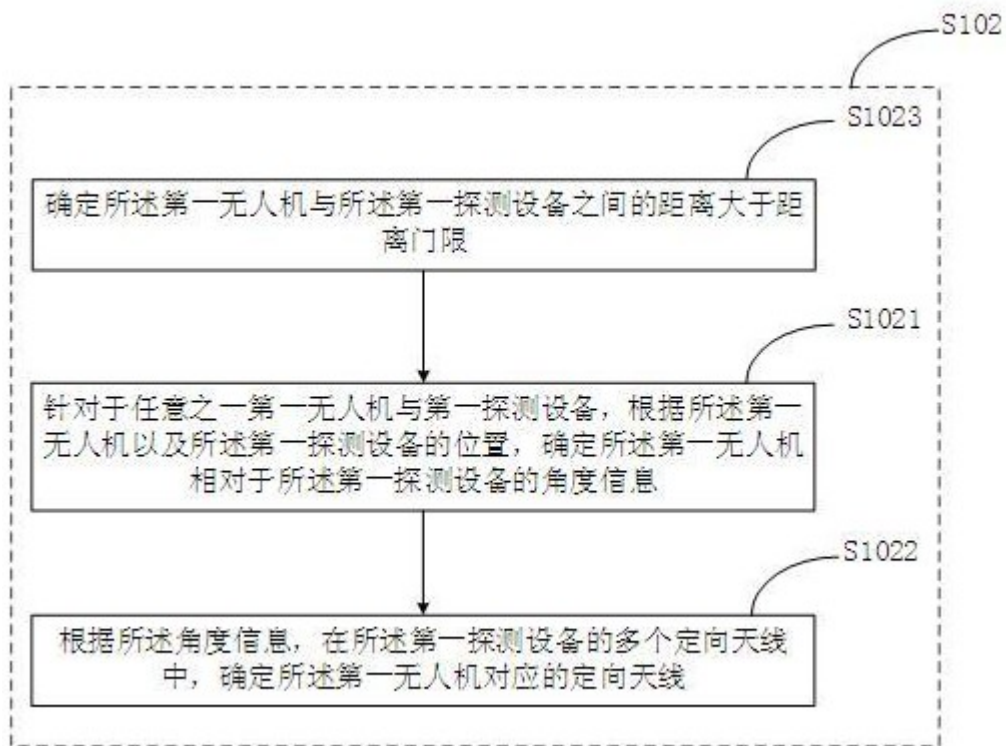


图3

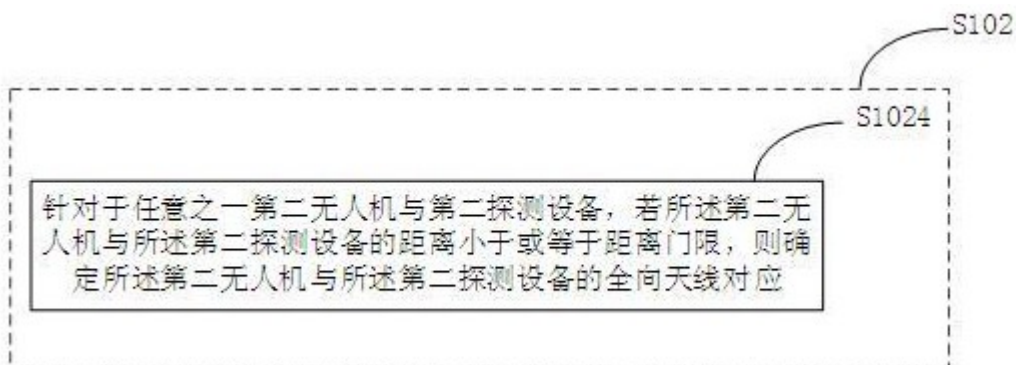


图4

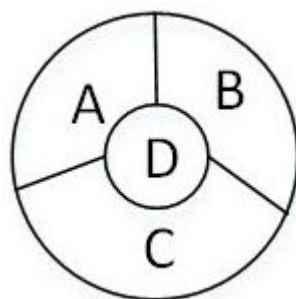


图5

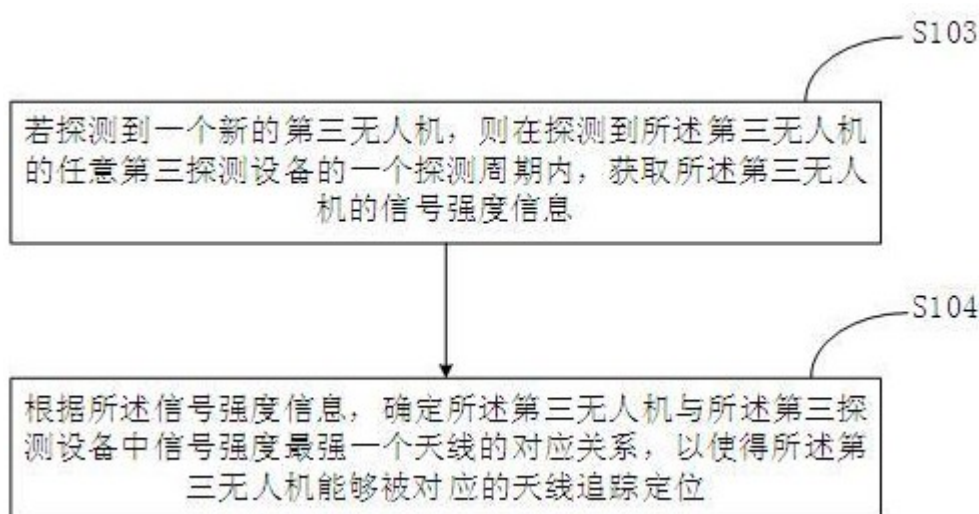


图6

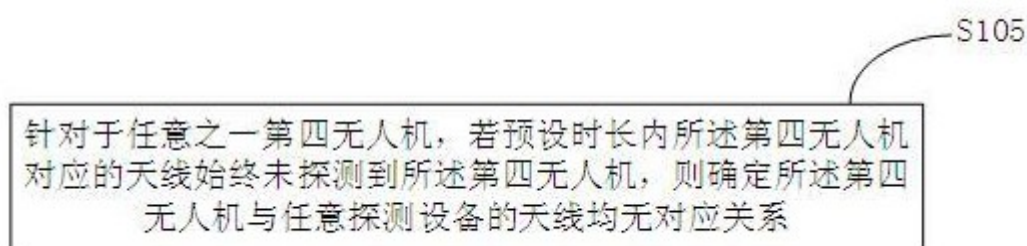


图7

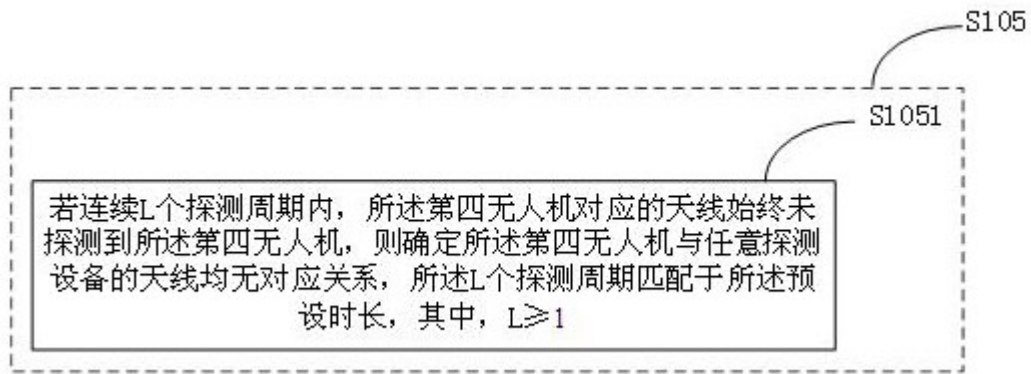


图8

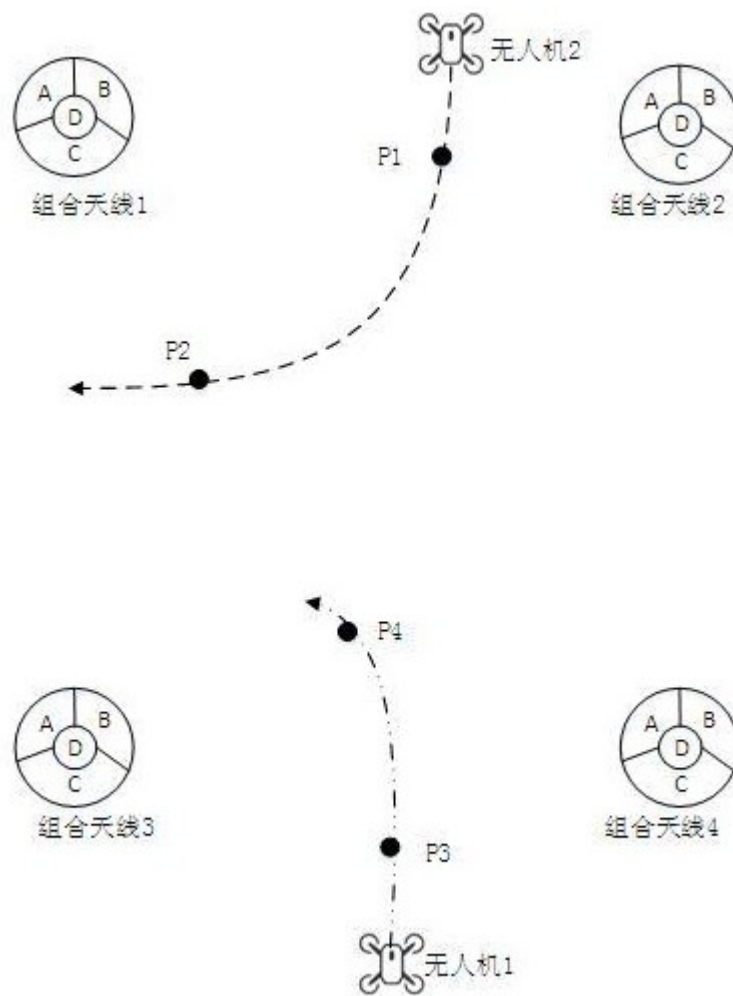


图9

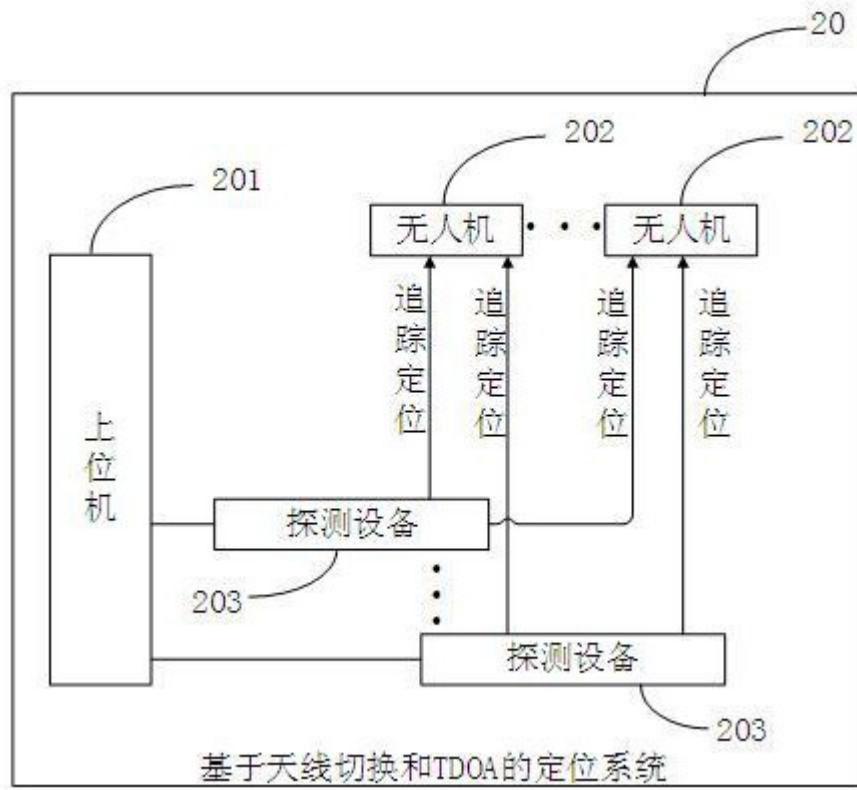


图10

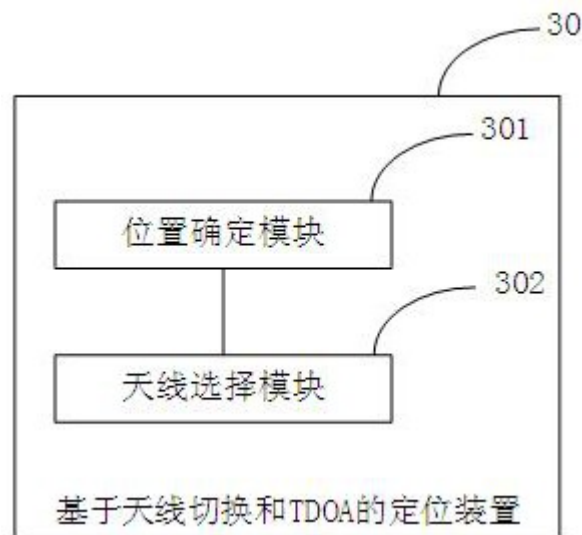


图11

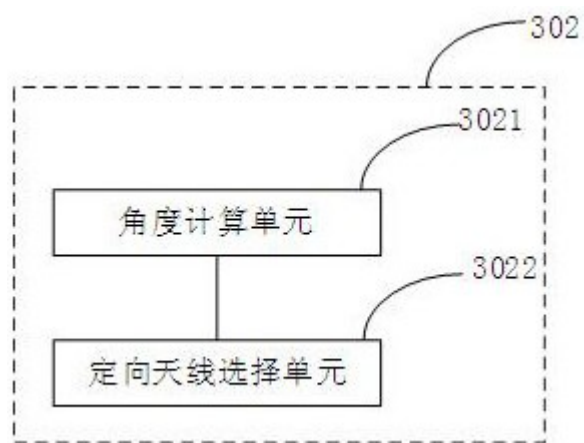


图12

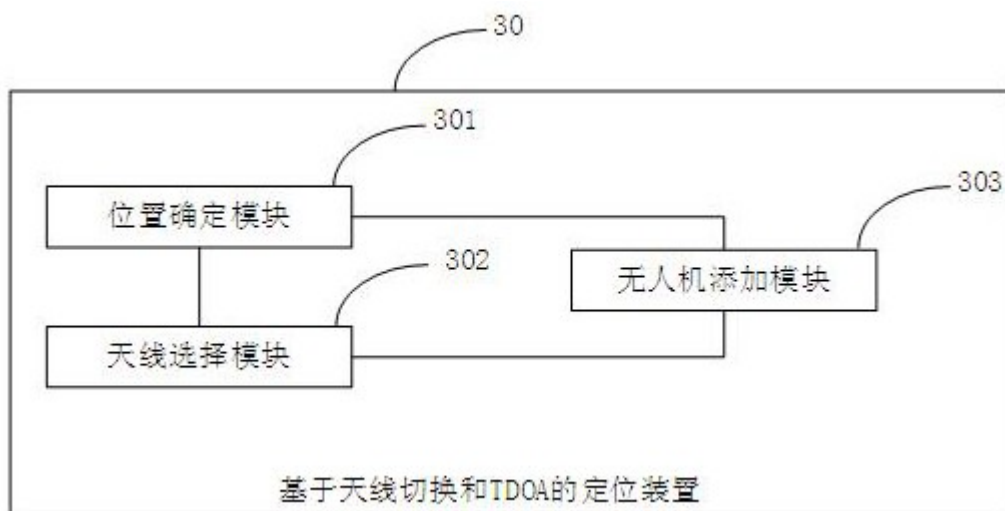


图13

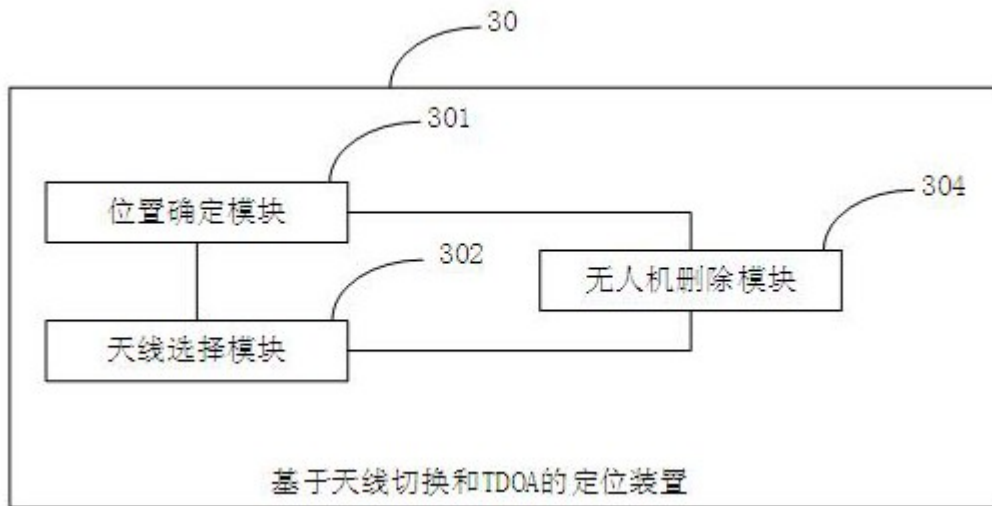


图14

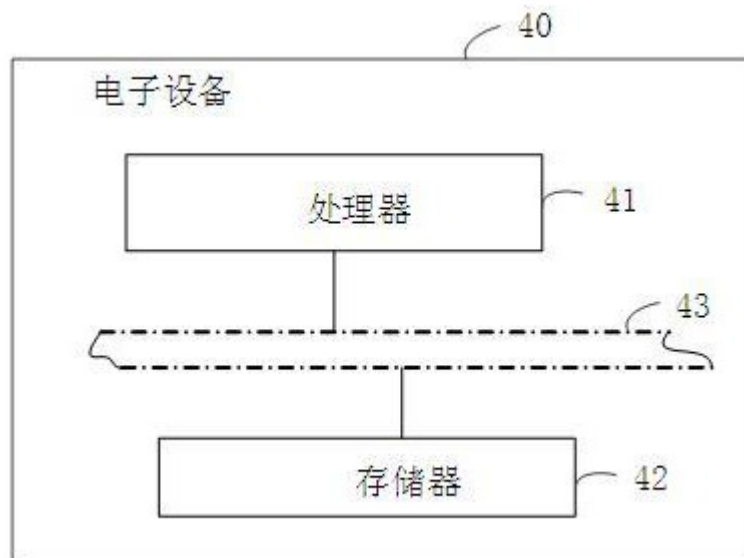


图15