



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114237286 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 25

(21) 申请号 202111478669.8

(22) 申请日 2021.12.06

(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 黄超 姜化京 任澳东 韦俊彦

(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.

G05D 1/10 (2006.01)

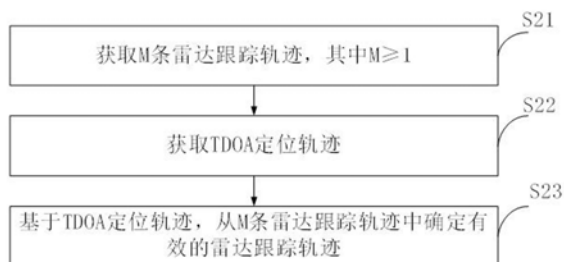
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

轨迹的确认方法、装置、无人机探测系统、设备和介质

(57) 摘要

本发明提供了一种雷达跟踪轨迹的确认方法、雷达跟踪轨迹的确认装置、无人机探测系统、电子设备和计算机存储介质。该雷达跟踪轨迹的确认方法包括：获取M条雷达跟踪轨迹，其中 $M \geq 1$ ；获取TDOA定位轨迹；基于TDOA定位轨迹，从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。由于TDOA探测定位方法依靠接收无人机本身发射的无线电信号进行探测和定位，因此TDOA定位轨迹虚检较少，该雷达跟踪轨迹的确认方法基于TDOA定位轨迹能够从M条雷达跟踪轨迹中筛选出有效的雷达跟踪轨迹，降低了雷达跟踪轨迹的虚检率。



1. 一种雷达跟踪轨迹的确认方法,其特征在于,包括:
获取M条雷达跟踪轨迹,其中 $M \geq 1$;
获取TDOA定位轨迹;
基于所述TDOA定位轨迹,从所述M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,包括:
确定所述M条雷达跟踪轨迹中每一条所述雷达跟踪轨迹与所述TDOA定位轨迹的相似度;
基于所述相似度,从所述M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,包括:
基于所述M条雷达跟踪轨迹中的第K条雷达跟踪轨迹和所述TDOA定位轨迹的角度相似度和/或距离相似度,确定所述第K条雷达跟踪轨迹与所述TDOA定位轨迹的相似度,其中 $K = 1, \dots, M$ 。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,包括:
基于所述第K条雷达跟踪轨迹与所述TDOA定位轨迹的方向角,确定所述第K条雷达跟踪轨迹与所述TDOA定位轨迹的角度相似度。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,包括:
基于所述第K条雷达跟踪轨迹的方向向量与所述TDOA定位轨迹的方向向量,确定所述第K条雷达跟踪轨迹和所述TDOA定位轨迹的方向角。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,包括:
基于所述第K条雷达跟踪轨迹上的多个雷达轨迹点确定所述第K条雷达跟踪轨迹的方向向量;
基于所述TDOA定位轨迹上的多个TDOA轨迹点确定所述TDOA定位轨迹的方向向量。
7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,包括:
基于任意相邻的两个雷达轨迹点的坐标,确定多个雷达轨迹点方向向量;
基于所述多个雷达轨迹点方向向量,确定所述第K条雷达跟踪轨迹的方向向量。
8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,包括:
基于任意相邻的两个TDOA轨迹点的坐标,确定多个TDOA轨迹点方向向量;
基于所述多个TDOA轨迹点方向向量,确定所述TDOA定位轨迹的方向向量。
9. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,包括:
基于所述第K条雷达跟踪轨迹上的最后的L个雷达轨迹点与所述TDOA定位轨迹上的最后的L个TDOA轨迹点之间的距离,确定所述第K条雷达跟踪轨迹与所述TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。
10. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,包括:
基于所述第K条雷达跟踪轨迹上最后的L个雷达轨迹点与所述TDOA定位轨迹上最后的L个TDOA轨迹点之间的距离、所述第K条雷达跟踪轨迹的标准差和所述TDOA定位轨迹的标准差,确定所述第K条雷达跟踪轨迹与所述TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。
11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述第K条雷达跟踪轨迹的标准差通过如下方式确定:
基于所述第K条雷达定位轨迹上的 L_1 个雷达轨迹点的坐标,确定所述 L_1 个雷达轨迹点中

多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值；

计算所述多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值的标准差作为所述第K条雷达跟踪轨迹的标准差。

12. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述TDOA定位轨迹的标准差通过如下方式确定：

基于所述TDOA定位轨迹上的 L_2 个TDOA轨迹点的坐标，确定所述 L_2 个TDOA轨迹点中多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值；

计算所述多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值的标准差作为所述TDOA定位轨迹的标准差。

13. 一种雷达跟踪轨迹的确认装置，其特征在于，包括：

雷达跟踪轨迹获取模块，用于获取M条雷达跟踪轨迹，其中 $M \geq 1$ ；

TDOA定位轨迹获取模块，用于获取TDOA定位轨迹；

轨迹确定模块，用于基于所述TDOA定位轨迹，从所述M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

14. 一种无人机探测系统，其特征在于，包括：

雷达探测定位子系统，用于探测无人机飞行空域内的M条雷达跟踪轨迹，其中 $M \geq 1$ ；

TDOA探测定位子系统，用于探测所述无人机飞行空域内的TDOA定位轨迹；

处理器，与所述雷达探测定位子系统和所述TDOA探测定位子系统通信连接，所述处理器被配置为：

基于所述TDOA定位轨迹，从所述M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

15. 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12任一项所述的方法。

16. 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12任一项所述的方法。

轨迹的确认方法、装置、无人机探测系统、设备和介质

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机定位技术领域,并且更具体地,涉及一种雷达跟踪轨迹的确认方法、雷达跟踪轨迹的确认装置、无人机探测系统、电子设备和计算机存储介质。

背景技术

[0002] 随着无人机行业的迅速发展,愈来愈多的无人机应用于各个领域,无人机的飞速发展给社会带来很多便利的同时,也带来安全威胁,因此无人机的管控显得尤其重要,而对无人机的有效跟踪是实现对其管控的关键环节。

[0003] 发明人知晓的相关技术中,雷达探测定位系统可以实现对无人机的探测与定位。

[0004] 雷达探测定位方法是一种有源的方法,该方法通过雷达发射信号被目标反射回来进而实现检测和定位,雷达探测定位系统只能发现目标但是无法识别目标,因此虚检率较高。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种雷达跟踪轨迹的确认方法、雷达跟踪轨迹的确认装置、无人机探测系统、电子设备和计算机存储介质,以筛选出有效的雷达跟踪轨迹,降低雷达跟踪轨迹的虚检率。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

获取M条雷达跟踪轨迹,其中 $M \geq 1$;

获取TDOA定位轨迹;

基于TDOA定位轨迹,从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0007] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

确定M条雷达跟踪轨迹中每一条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度;

基于相似度,从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0008] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于M条雷达跟踪轨迹中的第K条雷达跟踪轨迹和TDOA定位轨迹的角度相似度和/或距离相似度,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度,其中 $K=1, \dots, M$ 。

[0009] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的角度相似度。

[0010] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹的方向向量与TDOA定位轨迹的方向向量,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角。

[0011] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹上的多个雷达轨迹点确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量;

基于TDOA定位轨迹上的多个TDOA轨迹点确定TDOA定位轨迹的方向向量。

[0012] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于任意相邻的两个雷达轨迹点的坐标,确定多个雷达轨迹点方向向量;

基于多个雷达轨迹点方向向量,确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量。

[0013] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于任意相邻的两个TDOA轨迹点的坐标,确定多个TDOA轨迹点方向向量;

基于多个TDOA轨迹点方向向量,确定TDOA定位轨迹的方向向量。

[0014] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹上的最后的L个雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上的最后的L个TDOA轨迹点之间的距离,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。

[0015] 可选地,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹上最后的L个雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上最后的L个TDOA轨迹点之间的距离、第K条雷达跟踪轨迹的标准差和TDOA定位轨迹的标准差,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。

[0016] 可选地,第K条雷达跟踪轨迹的标准差通过如下方式确定:

基于第K条雷达定位轨迹上的 L_1 个雷达轨迹点的坐标,确定 L_1 个雷达轨迹点中多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值;

计算多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值的标准差作为第K条雷达跟踪轨迹的标准差。

[0017] 可选地,TDOA定位轨迹的标准差通过如下方式确定:

基于TDOA定位轨迹上的 L_2 个TDOA轨迹点的坐标,确定 L_2 个TDOA轨迹点中多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值;

计算多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值的标准差作为TDOA定位轨迹的标准差。

[0018] 根据本发明的第二方面,提供了一种雷达跟踪轨迹的确认装置,包括:

雷达跟踪轨迹获取模块,用于获取M条雷达跟踪轨迹,其中 $M \geq 1$;

TDOA定位轨迹获取模块,用于获取TDOA定位轨迹;

轨迹确定模块,用于基于TDOA定位轨迹,从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0019] 根据本发明的第三方面,提供了一种无人机探测系统,包括:

雷达探测定位子系统,用于探测无人机飞行空域内的M条雷达跟踪轨迹,其中 $M \geq 1$;

TDOA探测定位子系统,用于探测无人机飞行空域内的TDOA定位轨迹;

处理器,与雷达探测定位子系统和TDOA探测定位子系统通信连接,处理器被配置为:

基于TDOA定位轨迹,从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0020] 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;

存储器,用于存储代码和相关数据;

处理器,用于执行存储器中的代码用以实现本发明第一方面及其可选方案涉及的方法。

[0021] 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涉及的方法。

[0022] 本发明提供的雷达跟踪轨迹的确认方法、雷达跟踪轨迹的确认装置、无人机探测系统、电子设备和计算机存储介质,基于TDOA定位轨迹能够从M条雷达跟踪轨迹中筛选出有效的雷达跟踪轨迹,降低了雷达跟踪轨迹的虚检率。

附图说明

[0023] 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。

[0024] 图1是本发明一实施例中无人机探测系统的示意图;

图2是本发明一实施例中雷达跟踪轨迹的确认方法的流程图;

图3是本发明一实施例中确定有效的雷达跟踪轨迹的流程图;

图4是本发明一实施例中方向角的示意图;

图5是本发明一实施例中轨迹点距离的示意图;

图6是本发明一实施例中雷达跟踪轨迹的确认装置的示意图;

图7是本发明一实施例中电子设备的示意图。

具体实施方式

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 一种举例的应用场景中,参看图1,公开了一种无人机探测系统10,能够用于探测无人机的飞行轨迹,该无人机探测系统10通过雷达探测定位子系统11和TDOA探测定位子系统12分别探测飞行空域内无人机的雷达跟踪轨迹和TDOA定位轨迹。该无人机探测系统10的处理器13通过通信网络与雷达探测定位子系统11和TDOA探测定位子系统12连接,以接收无

人机的TDOA定位轨迹和雷达跟踪轨迹。示例性地，TDOA探测定位子系统能够包括多个TDOA设备（例如，三台或三台以上TDOA设备），雷达探测定位子系统能够包括至少一台雷达设备。

[0029] 参看图2，本发明一实施例公开了一种雷达跟踪轨迹的确认方法，包括：

步骤S21：获取M条雷达跟踪轨迹，其中 $M \geq 1$ ；

步骤S22：获取TDOA定位轨迹；

步骤S23：基于TDOA定位轨迹，从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0030] 由于TDOA探测定位方法依靠接收无人机本身发射的无线电信号进行探测和定位，因此TDOA定位轨迹虚检较少，上述实施例中基于TDOA定位轨迹从M条雷达跟踪轨迹中筛选出有效的雷达跟踪轨迹，降低了雷达跟踪轨迹的虚检率。

[0031] 一些实施例中，上述实施例中公开的雷达跟踪轨迹的确认方法能够通过如图1所示的无人机探测系统10中的处理器13实现。

[0032] 一些实施例中，上述实施例中无人机的TDOA定位轨迹和雷达跟踪轨迹能够分别通过如图1所示的TDOA探测定位子系统12和雷达探测定位子系统11获取。

[0033] 一些实施例中，能够先执行步骤S21或步骤S22，之后再执行步骤S22或步骤S21，步骤S21或步骤S22也能够同步执行。

[0034] 参看图3，一些实施例中，基于TDOA定位轨迹，从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹，包括：

步骤S231：确定M条雷达跟踪轨迹中每一条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度；

步骤S232：基于相似度，从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0035] 上述实施例中，每一条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度能够理解为表征该雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似程度。

[0036] 一些实施例中，能够确定达到设定的相似度门限值的雷达跟踪轨迹为有效的雷达跟踪轨迹。

[0037] 一些实施例中，能够确定与TDOA定位轨迹相似程度最大的雷达跟踪轨迹为有效的雷达跟踪轨迹。

[0038] 一些实施例中，能够确定与TDOA定位轨迹相似程度最大且达到设定的相似度门限值的雷达跟踪轨迹为有效的雷达跟踪轨迹。

[0039] 一些实施例中，M条雷达跟踪轨迹中每一条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度与每一条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的角度相似度和/或距离相似度相关。

[0040] 一些实施例中，雷达跟踪轨迹的确认方法，包括：

基于M条雷达跟踪轨迹中的第K条雷达跟踪轨迹和TDOA定位轨迹的角度相似度和/或距离相似度，确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度，其中 $K=1, \dots, M$ 。

[0041] 一些实施例中，第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度能够是第K条雷达跟踪轨迹和TDOA定位轨迹的角度相似度或距离相似度。

[0042] 一些实施例中，第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度能够通过如下公式表示：

$$S = \alpha \cdot S_A + (1 - \alpha) \cdot S_D;$$

其中, $\alpha \in [0,1]$, 表示调节角度相似度和距离相似度的权重值; S_A 表示角度相似度; S_D 表示距离相似度。

[0043] 一些实施例中, 能够基于第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角, 确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的角度相似度。

[0044] 一些实施例中, 第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的角度相似度能够通过如下公式表示:

$$S_A = 1 - \frac{A}{90};$$

其中, A为第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角。

[0045] 示例性地, 第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角A如图4所示。

[0046] 一些实施例中, 雷达跟踪轨迹的确认方法, 包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹的方向向量与TDOA定位轨迹的方向向量, 确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角。

[0047] 一些实施例中, 能够通过第K条雷达跟踪轨迹的方向向量与TDOA定位轨迹的方向向量确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角, 进而基于该方向角确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的角度相似度。

[0048] 一些实施例中, 雷达跟踪轨迹的确认方法, 包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹上的多个雷达轨迹点确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量;

基于TDOA定位轨迹上的多个TDOA轨迹点确定TDOA定位轨迹的方向向量。

[0049] 一些实施例中, 雷达跟踪轨迹的确认方法, 包括:

基于任意相邻的两个雷达轨迹点的坐标, 确定多个雷达轨迹点方向向量;

基于多个雷达轨迹点方向向量, 确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量。

[0050] 一些实施例中, 基于多个雷达轨迹点方向向量, 通过加权的方法确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量。

[0051] 一些实施例中, 基于多个雷达轨迹点方向向量, 通过指数加权的方法确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量。

[0052] 一些实施例中, 第K条雷达跟踪轨迹的方向向量能够通过如下公式表示:

$$V_{R_K} = \sum W_{ij}^R \cdot V_{ij}^R;$$

其中, V_{ij}^R 表示第K条雷达跟踪轨迹上的i雷达轨迹点和j雷达轨迹点的方向向量,

W_{ij}^R 表示i雷达轨迹点和j雷达轨迹点的方向向量的权重。

[0053] 一些实施例中, 雷达跟踪轨迹的确认方法, 包括:

基于任意相邻的两个TDOA轨迹点的坐标, 确定多个TDOA轨迹点方向向量;

基于多个TDOA轨迹点方向向量, 确定TDOA定位轨迹的方向向量。

[0054] 一些实施例中, 第K条雷达跟踪轨迹的方向向量能够通过如下公式表示:

$$V_T = \sum W_{ij}^T \cdot V_{ij}^T;$$

其中, V_{ij}^T 表示TDOA定位轨迹上的iTDOA轨迹点和jTDOA轨迹点的方向向量, W_{ij}^T 表示iTDOA轨迹点和jTDOA轨迹点的方向向量的权重。

[0055] 一些实施例中,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹上的最后的L个雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上的最后的L个TDOA轨迹点之间的距离,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。

[0056] 一些实施例中,雷达跟踪轨迹的确认方法,包括:

基于第K条雷达跟踪轨迹上最后的L个雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上最后的L个TDOA轨迹点之间的距离、第K条雷达跟踪轨迹的标准差和TDOA定位轨迹的标准差,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。

[0057] 一些实施例中,第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的距离相似度能够通过如下公式表示:

$$S_D = 1 - \frac{D}{\sigma_l + \sigma_r};$$

其中,D表示第K条雷达跟踪轨迹上最后的L个雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上最后的L个TDOA轨迹点之间的距离的均值; σ_r 表示第K条雷达跟踪轨迹的标准差; σ_l 表示TDOA定位轨迹的标准差。

[0058] 参看图5,当 $L=1$ 时,上述公式中的D为第K条雷达跟踪轨迹上最后更新的雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上最后更新的TDOA轨迹点之间的距离。

[0059] 一些实施例中,第K条雷达跟踪轨迹的标准差通过如下方式确定:

基于第K条雷达定位轨迹上的 L_1 个雷达轨迹点的坐标,确定 L_1 个雷达轨迹点中多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值;

计算多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值的标准差作为第K条雷达跟踪轨迹的标准差。

[0060] 一些实施例中,TDOA定位轨迹的标准差通过如下方式确定:

基于TDOA定位轨迹上的 L_2 个TDOA轨迹点的坐标,确定 L_2 个TDOA轨迹点中多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值;

计算多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值的标准差作为TDOA定位轨迹的标准差。

[0061] 参看图6,提供了一种雷达跟踪轨迹的确认装置60,包括:

雷达跟踪轨迹获取模块61,用于获取M条雷达跟踪轨迹,其中 $M \geq 1$;

TDOA定位轨迹获取模块62,用于获取TDOA定位轨迹;

轨迹确定模块63,用于基于TDOA定位轨迹,从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0062] 一些实施例中,雷达跟踪轨迹的确认装置60还包括:

相似度确定模块,用于确定M条雷达跟踪轨迹中每一条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度;

轨迹确定模块63还用于基于相似度,从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0063] 一些实施例中,相似度确定模块用于:基于M条雷达跟踪轨迹中的第K条雷达跟踪轨迹和TDOA定位轨迹的角度相似度和/或距离相似度,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的相似度,其中 $K=1, \dots, M$ 。

[0064] 一些实施例中,相似度确定模块用于:基于第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的方向角,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的角度相似度。

[0065] 一些实施例中,雷达跟踪轨迹的确认装置60还包括:

方向角确定模块,用于基于第K条雷达跟踪轨迹的方向向量与TDOA定位轨迹的方向向量,确定第K条雷达跟踪轨迹和TDOA定位轨迹的方向角。

[0066] 一些实施例中,雷达跟踪轨迹的确认装置60还包括:

雷达跟踪轨迹方向向量确定模块,用于基于第K条雷达跟踪轨迹上的多个雷达轨迹点确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量;

TDOA定位轨迹方向向量确定模块,用于基于TDOA定位轨迹上的多个TDOA轨迹点确定TDOA定位轨迹的方向向量。

[0067] 一些实施例中,雷达跟踪轨迹方向向量确定模块用于:

基于任意相邻的两个雷达轨迹点的坐标,确定多个雷达轨迹点方向向量;

基于多个雷达轨迹点方向向量,确定第K条雷达跟踪轨迹的方向向量。

[0068] 一些实施例中,TDOA定位轨迹方向向量确定模块用于:

基于任意相邻的两个TDOA轨迹点的坐标,确定多个TDOA轨迹点方向向量;

基于多个TDOA轨迹点方向向量,确定TDOA定位轨迹的方向向量。

[0069] 一些实施例中,相似度确定模块用于:

基于第K条雷达跟踪轨迹上的最后的L个雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上的最后的L个TDOA轨迹点之间的距离,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。

[0070] 一些实施例中,相似度确定模块用于:

基于第K条雷达跟踪轨迹上最后的L个雷达轨迹点与TDOA定位轨迹上最后的L个TDOA轨迹点之间的距离、第K条雷达跟踪轨迹的标准差和TDOA定位轨迹的标准差,确定第K条雷达跟踪轨迹与TDOA定位轨迹的距离相似度,其中 $L \geq 1$ 。

[0071] 一些实施例中,第K条雷达跟踪轨迹的标准差通过如下方式确定:

基于第K条雷达定位轨迹上的 L_1 个雷达轨迹点的坐标,确定 L_1 个雷达轨迹点中多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值;

计算多组相邻的两个雷达轨迹点的坐标差值的标准差作为第K条雷达跟踪轨迹的标准差。

[0072] 一些实施例中,TDOA定位轨迹的标准差通过如下方式确定:

基于TDOA定位轨迹上的 L_2 个TDOA轨迹点的坐标,确定 L_2 个TDOA轨迹点中多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值;

计算多组相邻的两个TDOA轨迹点的坐标差值的标准差作为TDOA定位轨迹的标准差。

[0073] 参看图1,提供了一种无人机探测系统10,包括:

雷达探测定位子系统11,用于探测无人机飞行空域内的M条雷达跟踪轨迹,其中 $M \geq 1$;

TDOA探测定位子系统12,用于探测无人机飞行空域内的TDOA定位轨迹;

处理器13,与雷达探测定位子系统11和TDOA探测定位子系统12通信连接,处理器13被配置为:

基于TDOA定位轨迹,从M条雷达跟踪轨迹中确定有效的雷达跟踪轨迹。

[0074] 参看图7,提供了一种电子设备70,包括处理器71与存储器73;

存储器73,用于存储代码和相关数据;

处理器71,用于执行存储器73中的代码用以实现上述实施例中所涉及的雷达跟踪轨迹的确认方法。

[0075] 处理器71能够通过总线72与存储器73通讯。

[0076] 本发明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上述实施例中涉及的雷达跟踪轨迹的确认方法。

[0077] 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的存储介质中。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。

[0078] 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。

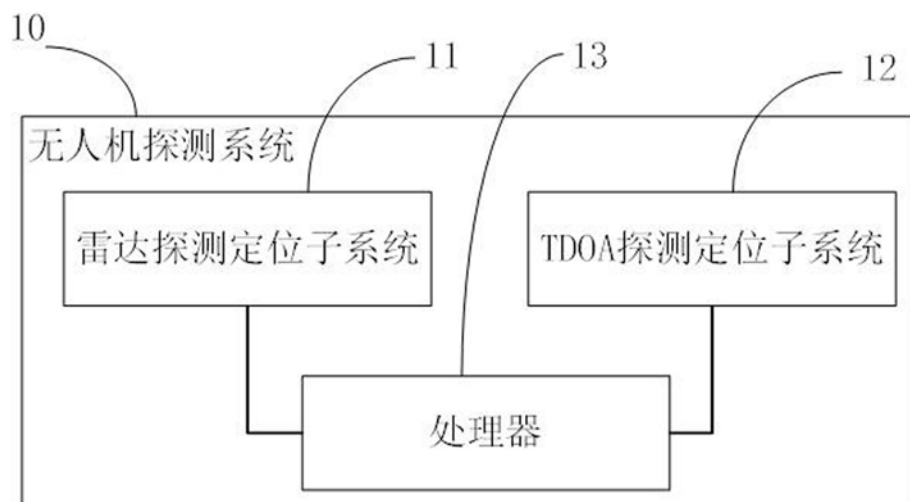


图1

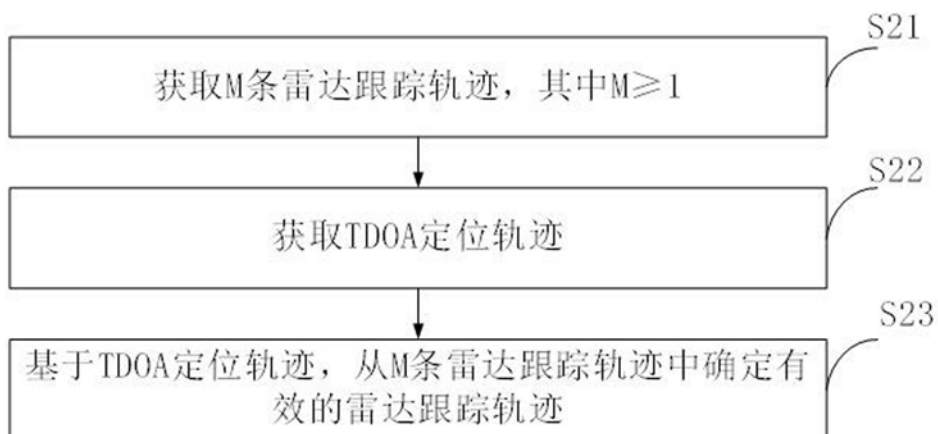


图2

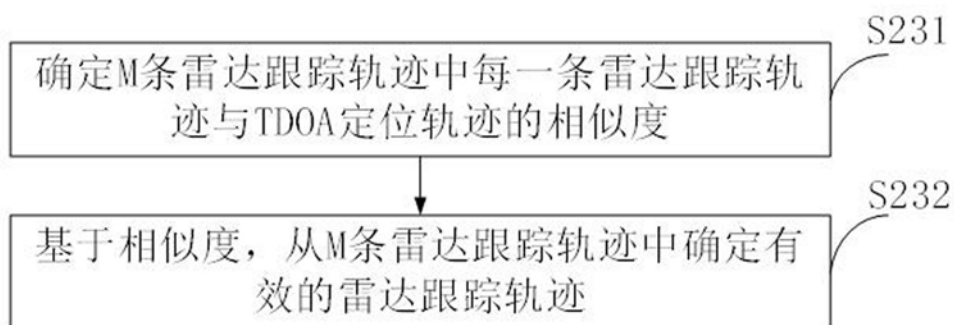


图3

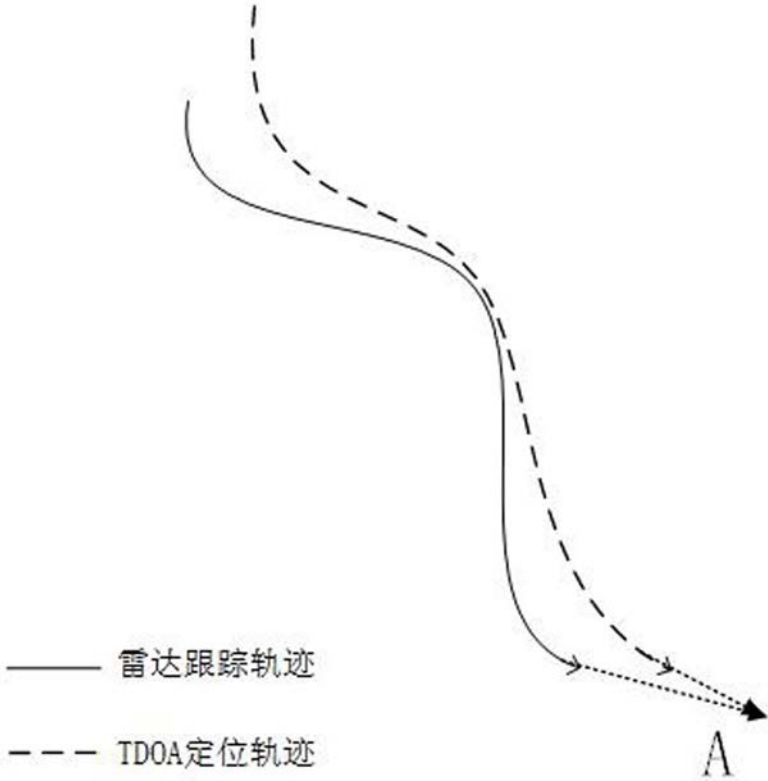


图4

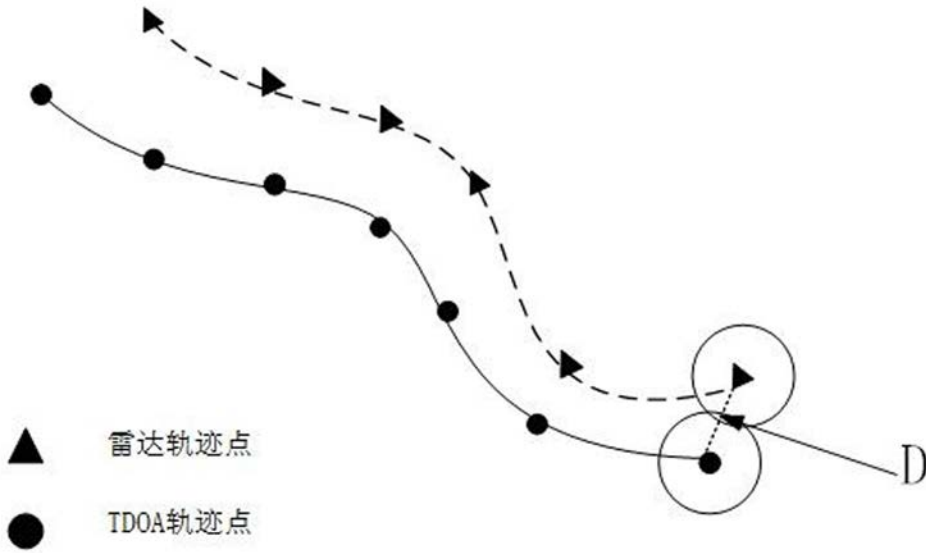


图5

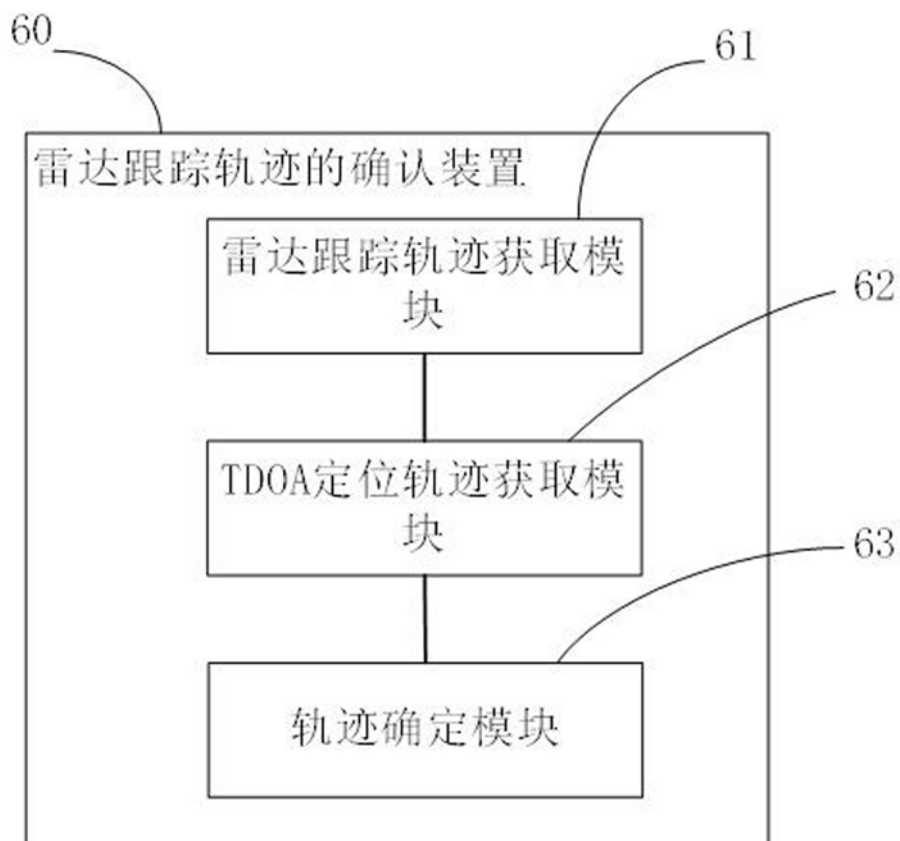


图6

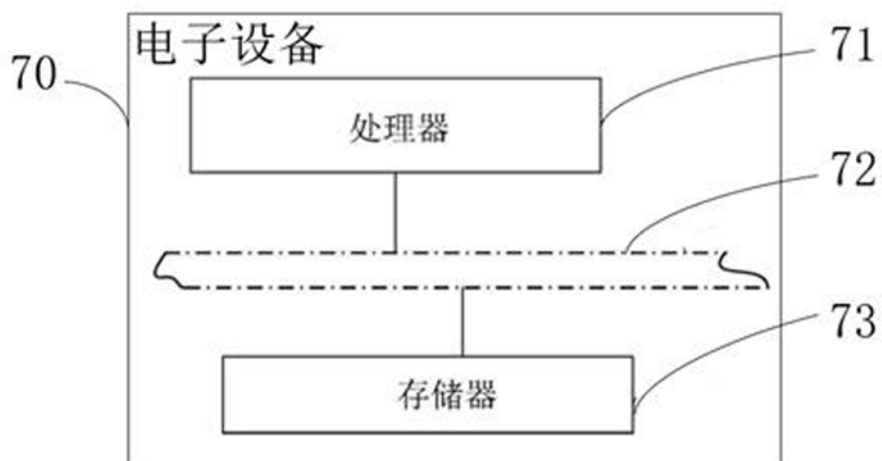


图7