



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113504796 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 15

(21) 申请号 202111041023.3

(22) 申请日 2021.09.07

(71) 申请人 上海特金信息科技有限公司

地址 200000 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 刘鑫 黄超 任澳东

(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)

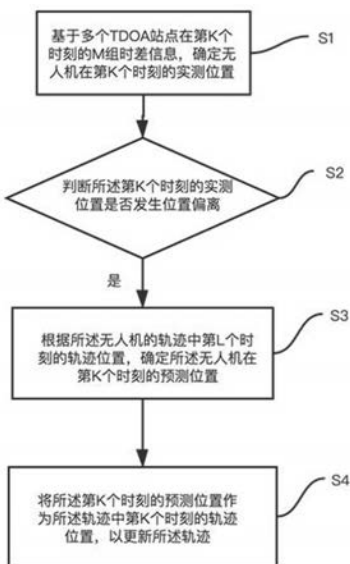
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

无人机轨迹处理方法、装置、电子设备和存储介质

(57) 摘要

本发明提供了一种无人机轨迹处理方法、装置、电子设备和存储介质。所述的方法,包括:基于多个TDOA站点在第K个时刻的M组时差信息,确定无人机在第K个时刻的实测位置;每组时差信息表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差;判断所述第K个时刻的实测位置是否发生位置偏离;若发生位置偏离,则根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;其中,L小于K;将所述第K个时刻的预测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。



1. 一种无人机轨迹处理方法,其特征在于,包括:

基于多个TDOA站点在第K个时刻的M组时差信息,确定无人机在第K个时刻的实测位置;
每组时差信息表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差;

判断所述第K个时刻的实测位置是否发生位置偏离;

若发生位置偏离,则根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;其中,L小于K;

将所述第K个时刻的预测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。

2. 根据权利要求1所述的无人机轨迹处理方法,其特征在于,

判断所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离,包括:

根据第M个时刻在所述轨迹中的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置,判断无人机在所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离,其中M小于K。

3. 根据权利要求2所述的无人机轨迹处理方法,其特征在于,根据第M个时刻在所述轨迹中的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置,判断无人机在所述第K个时刻的实测位置是否发生所述偏离,包括:

计算所述第M个时刻的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置之间的欧氏距离,

若所述欧氏距离大于预设的距离阈值,则确定发生所述位置偏离。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的无人机轨迹处理方法,其特征在于,

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,包括:

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,每组时差变化信息表征了:对应的一组时差信息在所述第K个时刻与所述第L个时刻间的变化量。

5. 根据权利要求4所述的无人机轨迹处理方法,其特征在于,

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,包括:

确定多组偏导信息,每组偏导信息表征了所述无人机的x轴方向位移对于对应的一组时差信息的偏导,以及:所述无人机的y轴方向位移针对于对应的一组时差信息的偏导;

计算第K个时刻和第L个时刻时差信息的差值,并以所述差值作为所述时差变化信息;

根据所述多组偏导信息,第L个时刻的轨迹位置,以及所述时差变化信息,确定所述预测位置。

6. 根据权利要求5所述的无人机轨迹处理方法,其特征在于,确定多组偏导信息,包括:

根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息。

7. 根据权利要求6所述的无人机轨迹处理方法,其特征在于,

根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息,包括:

根据所述第L个时刻的轨迹位置,确定第一参考位置信息与第二参考位置信息;

其中,所述第一参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在x轴方向上具有指定的第一距离差,所述第二参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在y轴方向上具有指定的第二距离差;

确定所述第一参考位置信息对应的第一参考时差；

确定所述第二参考位置信息对应的第二参考时差；

根据所述第L个时刻的轨迹位置信息,所述第L个时刻的时差信息,所述第一参考时差,所述第二参考时差,确定所述多组偏导信息。

8. 一种无人机轨迹处理装置,其特征在于,包括:

位置确定模块,基于多个TDOA站点在第K个时刻的M组时差信息,确定无人机在第K个时刻的实测位置;每组时差信息表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差;

无人机位置偏离判断模块,用于判断所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离;

无人机位置预测模块,用于在发生所述位置偏离时,根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;其中,L小于K;

无人机轨迹更新模块,用于将所述第K个时刻的预测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。

9. 根据权利要求8所述的无人机轨迹处理装置,其特征在于,

所述无人机位置偏离判断模块,具体用于:

根据第M个时刻在所述轨迹中的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置,判断无人机在所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离,其中,M小于K。

10. 根据权利要求9所述的无人机轨迹处理装置,其特征在于,

所述无人机位置偏离判断模块,具体用于:

计算所述第M个时刻的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置之间的欧氏距离,

若所述欧氏距离大于预设的距离阈值,则确定发生所述位置偏离。

11. 根据权利要求8至10任一项所述的无人机轨迹处理装置,其特征在于,

所述无人机位置预测模块,具体用于:

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,每组时差变化信息表征了:对应的一组时差信息在所述第K个时刻与所述第L个时刻间的变化量。

12. 根据权利要求11所述的无人机轨迹处理装置,其特征在于,

所述无人机位置预测模块,具体用于:

确定多组偏导信息,每组偏导信息表征了所述无人机的x轴方向位移对于对应的一组时差信息的偏导,以及:所述无人机的y轴方向位移针对于对应的一组时差信息的偏导;

计算第K个时刻和第L个时刻时差信息的差值,并以所述差值作为所述时差变化信息;

根据所述多组偏导信息,第L个时刻的轨迹位置,以及所述时差变化信息,确定所述预测位置。

13. 根据权利要求12所述的无人机轨迹处理装置,其特征在于,所述无人机位置预测模块具体用于:

根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息。

14. 根据权利要求13所述的无人机轨迹处理装置,其特征在于,所述无人机位置预测模块具体用于:

根据所述第L个时刻的轨迹位置,确定第一参考位置信息与第二参考位置信息;

其中,所述第一参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在x轴方向上具有指定的第一距离差,所述第二参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在y轴方向上具有指定的第二距离差;

确定所述第一参考位置信息对应的第一参考时差;

确定所述第二参考位置信息对应的第二参考时差;

根据所述第L个时刻的轨迹位置信息,所述第L个时刻的时差信息,所述第一参考时差,所述第二参考时差,确定所述多组偏导信息。

15. 一种电子设备,其特征在于,包括处理器及存储器;所述存储器存储有可被处理器调用的程序;其中,所述处理器执行所述程序时,实现如权利要求1-7中任一项所述的无人机轨迹处理方法。

16. 一种存储介质,其特征在于,其上存储有程序,该程序被处理器执行时,实现如权利要求1-7中任一项所述的无人机轨迹处理方法。

无人机轨迹处理方法、装置、电子设备和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机领域,尤其涉及一种无人机轨迹处理方法、装置、电子设备和存储介质。

背景技术

[0002] 近年来无人机应用于各个领域,对无人机的高效定位及其轨迹的精准处理已经成为了业界的发展趋势。

[0003] TDOA定位是一种利用时间差进行定位的方法。例如:可以通过测量信号到达各个监测站的绝对时间差,作出以探测站点为焦点,距离差为长轴的双曲线,来确定信号的位置。

[0004] 由TDOA定位原理可知,其定位精度受基站布局几何形式和时差计算精度的影响,其中基站布局几何形式对定位精度的影响可以使用几何精度因子(GDOP, Geometric Dilution of Precision)来描述,GDOP越小,定位精度越高。根据图1可以看出GDOP值随无线信号源所处位置产生变化,如图1中区域1、2、3和4的GDOP值偏大,无线信号源处于此区域(可描述为高GDOP区域)时定位精度下降,从而导致定位误差增大。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种无人机轨迹处理方法、装置、电子设备和存储介质,以解决定位误差较大的问题。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种无人机轨迹处理方法,包括:

基于多个TDOA站点在第K个时刻的M组时差信息,确定无人机在第K个时刻的实测位置;每组时差信息表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差;

判断所述第K个时刻的实测位置是否发生位置偏离;

若发生位置偏离,则根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;其中,L小于K;

将所述第K个时刻的预测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。

[0007] 可选的,判断所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离,包括:

根据第M个时刻在所述轨迹中的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置,判断无人机在所述所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离,其中M小于K。

[0008] 可选的,根据第M个时刻在所述轨迹中的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置,判断无人机在所述所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离,还包括:

计算所述第M个时刻的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置之间的欧氏距离,

若所述欧氏距离大于预设的距离阈值,则确定发生所述所述位置偏离。

[0009] 可选的,根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K

个时刻的预测位置,包括:

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,每组时差变化信息表征了:对应的一组时差信息在所述第K个时刻与所述第L个时刻间的变化量。

[0010] 可选的,根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,还包括:

确定多组偏导信息,每组偏导信息表征了所述无人机的x轴方向位移对于对应的一组时差信息的偏导,以及:所述无人机的y轴方向位移针对于对应的一组时差信息的偏导;

计算第K个时刻和第L个时刻时差信息的差值,并以所述差值作为所述时差变化信息;

根据所述多组偏导信息,第L个时刻的轨迹位置,以及所述时差变化信息,确定所述预测位置。

[0011] 可选的,确定多组偏导信息,包括:根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息。

[0012] 可选的,根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息,包括:

根据所述第L个时刻的轨迹位置,确定第一参考位置信息与第二参考位置信息;

其中,所述第一参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在x轴方向上具有指定的第一距离差,所述第二参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在y轴方向上具有指定的第二距离差;

确定所述第一参考位置信息对应的第一参考时差;

确定所述第二参考位置信息对应的第二参考时差;

根据所述第L个时刻的轨迹位置信息,所述第L个时刻的时差信息,所述第一参考时差,所述第二参考时差,确定所述多组偏导信息。

[0013] 根据本发明的第二方面,提供了一种无人机轨迹处理装置,其特征在于,包括:

无人机位置确定模块,基于多个TDOA站点在第K个时刻的M组时差信息,确定无人机在第K个时刻的实测位置;每组时差信息表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差;

无人机位置偏离判断模块,用于判断所述第K个时刻的实测位置是否发生所述位置偏离;

无人机位置预测模块,用于在发生所述位置偏离时,根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;其中,L小于K;

无人机轨迹更新模块,用于将所述第K个时刻的预测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。

[0014] 可选的,所述无人机位置偏离判断模块,具体用于:

根据第M个时刻在所述轨迹中的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置,判断无人机在所述第K个时刻的定位位置是否发生所述位置偏离,其中,M小于K。

[0015] 可选的,所述无人机位置偏离判断模块,具体用于:

计算所述第M个时刻的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置之间的欧氏距离,

若所述欧氏距离大于预设的距离阈值,则确定发生所述位置偏离。

[0016] 可选的,所述无人机位置预测模块,具体用于:

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,每组时差变化信息表征了:对应的一组时差信息在所述第K个时刻与所述第L个时刻间的变化量。

[0017] 可选的,所述无人机位置预测模块,具体用于:

确定多组偏导信息,每组偏导信息表征了所述无人机的x轴方向位移对于对应的一组时差信息的偏导,以及:所述无人机的y轴方向位移针对于对应的一组时差信息的偏导;

计算第K个时刻和第L个时刻时差信息的差值,并以所述差值作为所述时差变化信息;

根据所述多组偏导信息,第L个时刻的轨迹位置,以及所述时差变化信息,确定所述预测位置。

[0018] 可选的,所述无人机位置预测模块具体用于;

根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息。

[0019] 可选的,所述无人机位置预测模块具体用于;

根据所述第L个时刻的轨迹位置,确定第一参考位置信息与第二参考位置信息;

其中,所述第一参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在x轴方向上具有指定的第一距离差,所述第二参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在y轴方向上具有指定的第二距离差;

确定所述第一参考位置信息对应的第一参考时差;

确定所述第二参考位置信息对应的第二参考时差;

根据所述第L个时刻的轨迹位置信息,所述第L个时刻的时差信息,所述第一参考时差,所述第二参考时差,确定所述多组偏导信息。

[0020] 根据本发明的第三方面,提供了一种电子设备,包括处理器及存储器;所述存储器存储有可被处理器调用的程序;其中,所述处理器执行所述程序时,实现如第一方面提供的无人机轨迹处理方法。

[0021] 根据本发明的第四方面,提供了一种存储介质,其上存储有程序,该程序被处理器执行时,实现第一方面提供的无人机轨迹处理方法。

[0022] 本发明提供的无人机的轨迹处理方法、装置、电子设备与存储介质中,判断了实测位置是否发生位置偏离,在发生位置偏离时基于预测位置来更新轨迹,进而避免了将位置偏离较大的实测位置更新入轨迹,同时,本发明根据轨迹位置确定了预测位置,可保证预测位置的准确性,所以,本发明可改善当无线信号源处于高GDOP区域时出现的定位偏离问题,进而使无人机轨迹更加精确。

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用于描述无人机定位精度受信号源位置影响的几何精度因子GDOP分布示意图；

图2是本发明一实施例中一种无人机轨迹处理方法的流程示意图；

图3是本发明一实施例中另一种无人机轨迹处理方法的流程示意图；

图4是本发明一实施例中再一种无人机轨迹处理方法的原理示意图；

图5是本发明一实施例中又一种无人机轨迹处理方法的原理示意图；

图6是本发明一实施例中无人机轨迹处理方法的原理示意图；

图7是本发明一实施例中无人机轨迹校正前后的对比图；

图8是本发明一实施例中一种无人机轨迹处理装置的模块示意图；

图9是本发明一实施例中另一种无人机轨迹处理装置的模块示意图；

图10是本发明一实施例中无人机轨迹处理电子设备的构造示意图。

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，本发明实施例通过多个探测站点对无人机信号利用TDOA定位技术实时定位跟踪，并生成轨迹。GDOP值随无线信号源所处位置产生变化，参考图1，当无线信号源处于高GDOP区域时，图中区域1、2、3和4的GDOP值偏大，无线信号源处于此区域(本专利采用高GDOP区域来描述)时定位精度下降，从而导致定位误差增大，从而导致生成的轨迹出现偏移问题，在发生这种定位偏离时，本专利联合使用差分定位和TDOA定位的轨迹偏移校正方法。

[0029] 本方案中采用三个探测定位站点来进行原理描述，同时本方案中的位置是在二维空间进行描述。本方案所提轨迹融合是指将现时刻计算所得到的位置坐标添加到已有轨迹中以此来延长轨迹。

[0030] 请参考图2，无人机轨迹处理方法，包括：

S1：基于多个TDOA站点在第K个时刻的M组时差信息，确定无人机在第K个时刻的实测位置；

其中,每组时差信息表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差;

S2:判断所述第K个时刻的实测位置是否发生位置偏离;

若步骤S2的判断结果为是,则可实施S3的步骤:

若步骤S2的判断结果为否,则可实施S4的步骤:

S3:根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;其中,L小于K;

S4:将所述第K个时刻的预测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。

[0031] TDOA定位是一种利用时间差进行定位的方法,可以通过测量信号到达各个监测站点的绝对时间差,来确定信号的位置。

[0032] 其中的TDOA站点,可理解为TDOA定位时所采用的监测站点。其可例如后文所举例的a站点、b站点、c站点。

[0033] 其中的时差信息,如前文所提到的,表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差,也可理解为:每组时差信息与对应的两个TDOA站点对应,时差信息表征了信号源(即无人机的同一信号)到达对应两个TDOA的时间差,进而,每两个TDOA站点之间,均可形成一组时差信息。

[0034] 其中的轨迹位置,可理解为:已形成的轨迹中相应时刻的位置;该轨迹位置可能是基于本发明实施例的方法校正后更新于轨迹中的预测位置,也可能是基于TDOA算法算出来的无需校正的实测位置,还可能是基于其他算法得到的更新于轨迹中的位置,只要其为已形成的轨迹中的位置,不论其是如何得到的,均不脱离本发明实施例的范围,具体举例中,轨迹位置可利用二维坐标来表征,例如:后文中所提到的轨迹位置 $p_1(x_1, y_1)$ 。其他举例中,轨迹位置也可以为三维坐标,还可利用其他可对位置进行表征的形式来描述该轨迹位置。

[0035] 其中的实测位置,可理解为定位测量得到的位置,例如通过TDOA定位得到的位置,其可通过二维坐标来表征,例如后文中提到的实测位置 $p_3(x_3, y_3)$,其他举例中,轨迹位置也可以为三维坐标,还可利用其他可对位置进行表征的形式来描述该轨迹位置。

[0036] 其中的预测位置,可理解为根据其他已知信息计算得到的位置,例如本发明中利用第L个时刻的轨迹位置,确定第K个时刻的预测位置。其可通过二维坐标来表征,例如后文中提到的预测位置 $p_4(x_4, y_4)$,其他举例中,轨迹位置也可以为三维坐标,还可利用其他可对位置进行表征的形式来描述该轨迹位置

其中的L与K的关系,可理解为L小于K,在后文实施方案的举例中, $L=K-1$,如利用第K-1时刻的轨迹位置来判断第K个时刻的实测位置,第K个时刻可为当前时刻,对应的,第L个时刻是上一个时刻,但也不限于此,其他举例中,L与K之间的差值也可以不为1,例如也可以为大于1的整数。

[0037] 其中的位置偏离,可理解为:若确认发生位置偏离,则表明第K个时刻的位置处于一个定位准确度不高的位置,其可能是GDOP偏大而带来的。

[0038] 其中一种实施方式中,请步骤S2具体可以为:

根据第M个时刻在所述轨迹中的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置,判断无人

机在所述第K个时刻的实测位置是否发生偏离,其中M小于K。

[0039] 进而,位置偏离可理解为该位置偏离轨迹较远,图7是本发明一实施例中无人机轨迹校正前后的对比图,可看到在校正前,有一些位置的实测位置偏离轨迹较远。

[0040] 以上方案中,结合了实测位置与轨迹位置,故而判断所述实测位置与轨迹中某一时刻的轨迹位置间的距离,从而能得到该实测位置是否偏离轨迹较远。

[0041] 进一步举例中,参考图3,步骤S2可以包括:

S21:计算所述第M个时刻的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置之间的欧氏距离;

S22:所述欧氏距离是否大于预设的距离阈值;

若步骤S22的结果为是,则可实施步骤S23:确定发生所述位置偏离;

若步骤S22的结果为否,则可实施步骤S24:确定未发生所述位置偏离;进而,可将第K个时刻的实测位置作为轨迹位置,以更新所述轨迹。

[0042] 步骤S2的一种举例中,若第K个时刻为当前时刻,第L个时刻为上一时刻,M为3,则:可通过计算当前时刻实测位置 $p_3(x_3, y_3)$ 和上一时刻轨迹位置 $p_1(x_1, y_1)$ 之间的欧氏距离th(即实施步骤S21)。若 $th < TH$ (即步骤S22判断结果为否),则说明当前时刻的实测位置未发生位置偏离,可以直接将当前时刻的实测位置 $p_3(x_3, y_3)$ 融合进轨迹,而无需进行后续的步骤S3;若 $th > TH$,则确定当前时刻实测位置发生所述位置偏离,需要对该实测位置进行校正,其中TH为设定的距离阈值。

[0043] 其中一种实施方式中,步骤S3可以包括:

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;

其中,每组时差变化信息表征了:对应的一组时差信息在所述第K个时刻与所述第L个时刻间的变化量。

[0044] 以上实施方式中,请参考图6,本发明一实施例中无人机轨迹处理方法的原理,如图中所示当前时刻的定位位置P3与轨迹中上一时刻的轨迹位置P1之间欧氏距离较大,发生了定位偏离,本方案结合时差差分信息计算出预测位置P4,并将P4融合到所述轨迹中。

[0045] 其中: $p_1(x_1, y_1)$ 为上一时刻的轨迹位置(即第L个时刻的轨迹位置)、 $p_2(x_2, y_2)$ 为根据上一时刻推导的现时刻位置、 $p_3(x_3, y_3)$ 为当前时刻实际定位位置(即第K个时刻的实测位置)、 $p_4(x_4, y_4)$ 为当前时刻的预测位置(即第K个时刻的预测位置)。

[0046] 请参考图4,步骤S3具体可以包括:

S31:确定多组偏导信息;

S32:计算第K个时刻和第L个时刻时差信息的差值,并以所述差值作为所述时差变化信息;

S33:根据所述多组偏导信息,第L个时刻的轨迹位置,以及所述时差变化信息,确定所述预测位置。

[0047] 其中,每组偏导信息表征了所述无人机的x轴方向位移对于对应的一组时差信息的偏导,以及:所述无人机的y轴方向位移针对于对应的一组时差信息的偏导;进而,通过偏

导信息,可体现出在x轴和y轴方向位置变化相对于时差信息的变化率。

[0048] 再进一步的举例中,步骤S21可包括:根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息。

[0049] 其中,在计算偏导信息时,充分考虑了第L个时刻的轨迹位置(例如上一个时刻的轨迹位置),进而,以上实施方式可以根据第L个时刻的轨迹位置和时差变化信息来预测第K个时刻相对于第L个时刻的位置变化信息,进而更准确的确定第K个时刻的预测位置。

[0050] 请参考图5,步骤S31具体可以包括:

S311;根据所述第L个时刻的轨迹位置,确定第一参考位置信息与第二参考位置信息;

S312;确定所述第一参考位置信息对应的第一参考时差;

S313;确定所述第二参考位置信息对应的第二参考时差;

S314;根据所述第L个时刻的轨迹位置信息、所述第L个时刻的时差信息、所述第一参考时差及所述第二参考时差,确定所述多组偏导信息。

[0051] 其中的第一参考时差与第二参考时差可以由所述第L个时刻的轨迹位置、所述第一参考位置信息及所述第二参考位置信息反推得到(例如根据泰勒展开式反推得到),这里也可以用除泰勒展开公式以外的其他方式反推得到。

[0052] 其中,所述第一参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在x轴方向上具有指定的第一距离差,所述第二参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在y轴方向上具有指定的第二距离差;

以M=3为例,本方案中根据所述无人机的轨迹中上一时刻的轨迹位置,以及三组时差的变化信息,来确定所述无人机当前时刻的预测位置,具体包括:

步骤S31的过程可例如:根据上一时刻(即所述第L个时刻)的轨迹位置信息确定多组偏导信息,a、b和c表示三个不同的TDOA站点, τ 为时差信息,三组时差信息 τ_1 τ_2 τ_3 分别对应表征了a,b站点之间、a,c站点之间、及b,c站点之间的时差, $\Delta\tau$ 时差变化量、 Δx 和 Δy 位置距离变化量,本方案中利用下述方式来描述公式,含义如下:

$$\begin{pmatrix} ab \\ ac \\ bc \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \end{pmatrix} \text{ 等同于 } \begin{pmatrix} a & b \\ a & c \\ b & c \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \end{pmatrix}。$$

[0053] 计算流程如下:

首先,上一时刻的轨迹位置为 $p_1(x_1, y_1)$,此时刻的三组时差信息可表示为:

$$\begin{pmatrix} ab \\ ac \\ bc \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \end{pmatrix} \quad (1)$$

第二步,假设当位置为 $p'_2 = (x_1 + \text{delat_}x, y_1)$ 时,位置 p'_2 的三组时差信息可表示为:

$$\begin{pmatrix} ab \\ ac \\ bc \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \tau'_1 \\ \tau'_2 \\ \tau'_3 \end{pmatrix} \quad (2)$$

其中 p'_2 可理解为第一参考位置, delta_x 为可设置的位移变量, 表征了x轴方向的设置的位移量, 即第一距离差; 在位置 p'_2 的三组时差为第一参考时差。

[0054] 第三步, 假设当位置为 $p''_2 = (x_1, y_1 + \text{delat_y})$ 时, 位置 p''_2 的三组时差信息可表示为:

$$\begin{pmatrix} ab \\ ac \\ bc \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \tau''_1 \\ \tau''_2 \\ \tau''_3 \end{pmatrix} \quad (3)$$

其中 p''_2 可理解为第二参考位置, delta_y 为可设置的位移变量, 表征了y轴方向的设置的位移量, 即第二距离差; 在位置 p''_2 的三组时差为第二参考时差。

[0055] 第四步, 根据公式(1)、(2)和(3)获得的x,y对时差 τ 的偏导结果如下:

$$\begin{pmatrix} \frac{d\tau_1}{dx} \\ \frac{d\tau_2}{dx} \\ \frac{d\tau_3}{dx} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tau'_1 - \tau_1 \\ \tau'_2 - \tau_2 \\ \tau'_3 - \tau_3 \end{pmatrix} \text{ 和 } \begin{pmatrix} \frac{d\tau_1}{dy} \\ \frac{d\tau_2}{dy} \\ \frac{d\tau_3}{dy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tau''_1 - \tau_1 \\ \tau''_2 - \tau_2 \\ \tau''_3 - \tau_3 \end{pmatrix} \quad (4)$$

步骤S32的过程可例如, 计算当前时刻T2(即第K个时刻)和上一时刻T1(即第L个时刻)时差信息的差值, 并以所述差值作为所述时差变化信息;

假设T1的时差为 $\tau'''_1 \quad \tau'''_2 \quad \tau'''_3$, T2的时差为 $\tau_1 \quad \tau_2 \quad \tau_3$, 则时差的变化量(即时差变化信息)为:

$$\begin{pmatrix} \Delta\tau_1 \\ \Delta\tau_2 \\ \Delta\tau_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tau'''_1 - \tau_1 \\ \tau'''_2 - \tau_2 \\ \tau'''_3 - \tau_3 \end{pmatrix} \quad (5)$$

步骤S33的过程可例如, 根据步骤S31确定的多组偏导信息, 上一时刻(即所述第L个时刻)的轨迹位置, 以及步骤S32确定的所述时差变化信息, 确定当前时刻(即所述第K个时刻)的预测位置 $p_4(x_4, y_4)$, 包括以下具体步骤:

根据S31的计算结果, 则可以计算得到位置变化量, 公式如下:

$$\begin{pmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \\ \Delta x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{dx}{d\tau_1} \bullet \Delta \tau_1 \\ \frac{dx}{d\tau_2} \bullet \Delta \tau_2 \\ \frac{dx}{d\tau_3} \bullet \Delta \tau_3 \end{pmatrix} \text{ 和 } \begin{pmatrix} \Delta y_1 \\ \Delta y_2 \\ \Delta y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{dy}{d\tau_1} \bullet \Delta \tau_1 \\ \frac{dy}{d\tau_2} \bullet \Delta \tau_2 \\ \frac{dy}{d\tau_3} \bullet \Delta \tau_3 \end{pmatrix} \quad (6)$$

根据获得的多个位置变化量可以分别得到x轴和y轴方向预测位置变化量 Δx 和 Δy ,公式如下:

$$\begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{3} \\ \frac{\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3}{3} \end{pmatrix} \quad (7)$$

根据上一时刻(即所述第L个时刻)的轨迹位置,由如下公式可得到当前时刻(即所述第K个时刻)的预测位置 P_4 的坐标 (x_4, y_4) :

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 + \Delta x \\ y_1 + \Delta y \end{pmatrix} \quad (8)$$

即 P_4 的坐标为 $(x_1 + \Delta x, y_1 + \Delta y)$ 。

[0056] 本发明具体方案中无人机轨迹校正前后的对比请参考图7,可以看出校正前有几个位置偏离轨迹较远,存在比较严重的定位偏离,需要对偏移的轨迹进行校正,通过具体方案的方法计算出的预测位置融合至轨迹中,能看到校正后的轨迹更精确。

[0057] 可见,具体方案中,根据历史位置和时差变化,联合利用差分定位和TDOA定位方法推导出置信度更高的坐标位置,以此改善定位偏离问题,从而来对轨迹偏移进行校正。

[0058] 请参考图8,本发明实施例还提供了一种无人机轨迹处理装置200,包括:

无人机位置确定模块210,基于多个TDOA站点在第K个时刻的M组时差信息,确定无人机在第K个时刻的实测位置;每组时差信息表征了对应的两个TDOA站点在对应时刻接收到所述无人机的信号的时差;

无人机位置偏离判断模块220,用于判断所述第K个时刻的实测位置是否发生位置偏离;

无人机位置预测模块230,用于在发生位置偏离时,根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置;其中,L小于K;

无人机轨迹更新模块240,用于将所述第K个时刻的预测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。

[0059] 所述无人机位置偏离判断模块220,具体用于:

计算所述第M个时刻的轨迹位置与所述第K个时刻的实测位置之间的欧氏距离,若所述欧氏距离大于预设的距离阈值,则确定发生所述位置偏离。

[0060] 若所述欧氏距离小于预设的距离阈值,则将所述第K个时刻的实测位置作为所述轨迹中第K个时刻的轨迹位置,以更新所述轨迹。

[0061] 所述无人机位置预测模块230,具体用于:

根据所述无人机的轨迹中第L个时刻的轨迹位置,以及M组时差的变化信息,确定所述无人机在第K个时刻的预测位置,每组时差变化信息表征了:对应的一组时差信息在所述第K个时刻与所述第L个时刻间的变化量。

[0062] 其中一种实施方式中,参考图9,所述无人机位置预测模块230,包括:

偏导信息确定模块231,用于确定每组偏导信息,每组偏导信息表征了所述无人机的x轴方向位移对于对应的一组时差信息的偏导,以及:所述无人机的y轴方向位移针对于对应两个基站的信号传输时差的偏导;

时差差值确定模块232,用于计算第K个时刻和第L个时刻时差信息的差值,并以所述差值作为所述时差变化信息;

预测位置确定模块233,用于根据所述多组偏导信息,第L个时刻的轨迹位置,以及所述时差变化信息,确定所述预测位置。

[0063] 其中一种实施方式中,所述无人机位置预测模块230,具体用于:

根据所述轨迹中第L个时刻的轨迹位置,确定所述多组偏导信息。

[0064] 其中一种实施方式中,所述无人机位置预测模块230,具体用于:

根据所述第L个时刻的轨迹位置,确定第一参考位置信息与第二参考位置信息;

其中,所述第一参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在x轴方向上具有指定的第一距离差,所述第二参考位置信息与所述第L个时刻的轨迹位置信息之间在y轴方向上具有指定的第二距离差;

确定所述第一参考位置信息对应的第一参考时差;

确定所述第二参考位置信息对应的第二参考时差;

根据所述第L个时刻的轨迹位置信息,所述第L个时刻的时差信息,所述第一参考时差,所述第二参考时差,确定所述多组偏导信息。

[0065] 请参考图10,本发明提供了一种电子设备30,包括:

处理器31;以及,

存储器32,用于存储所述处理器的可执行指令;

其中,所述处理器31配置为经由执行所述可执行指令来执行以上所涉及的方法。

[0066] 处理器31能够通过总线33与存储器32通讯。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

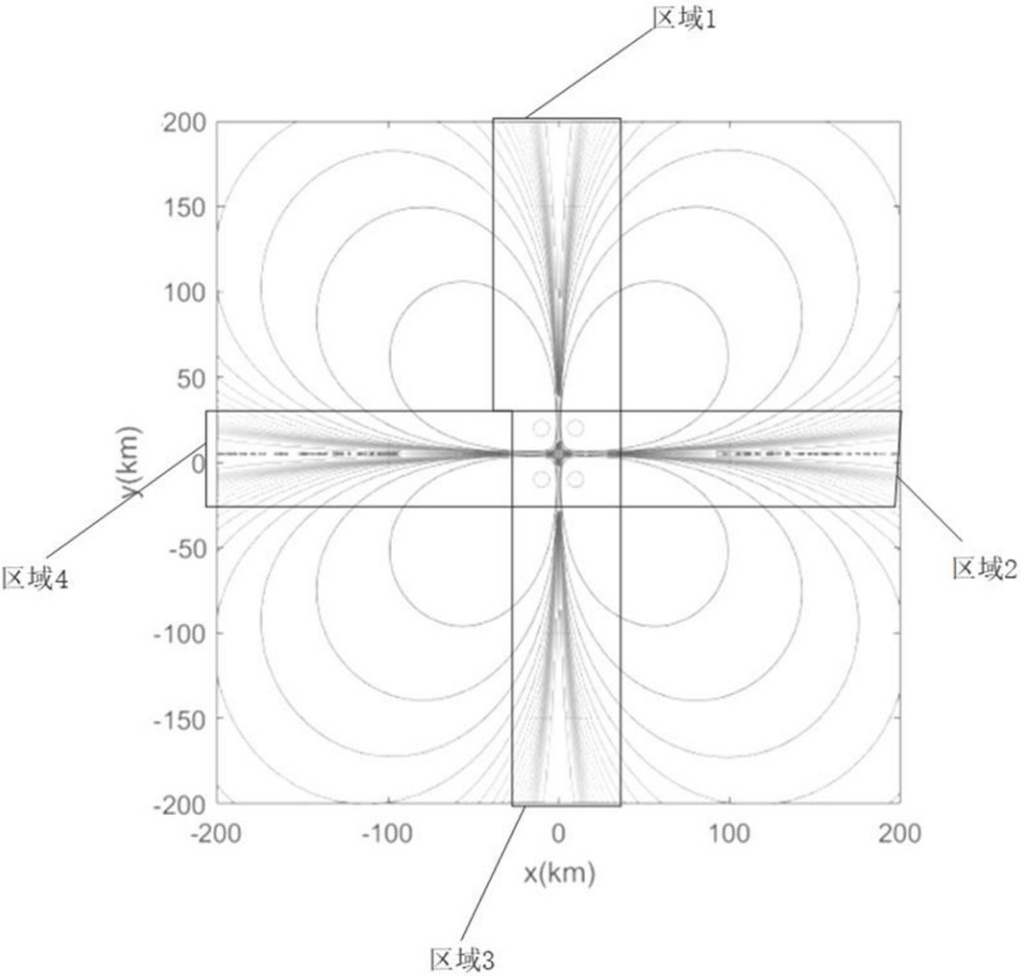


图1

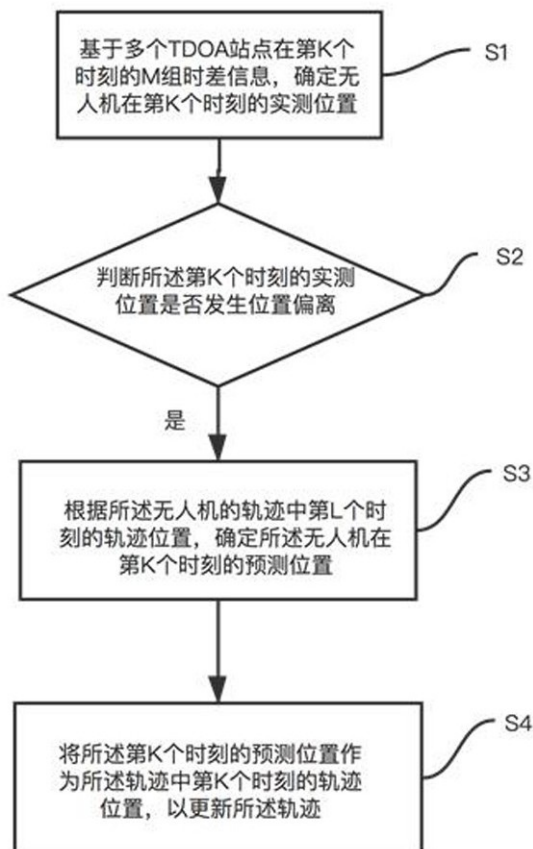


图2

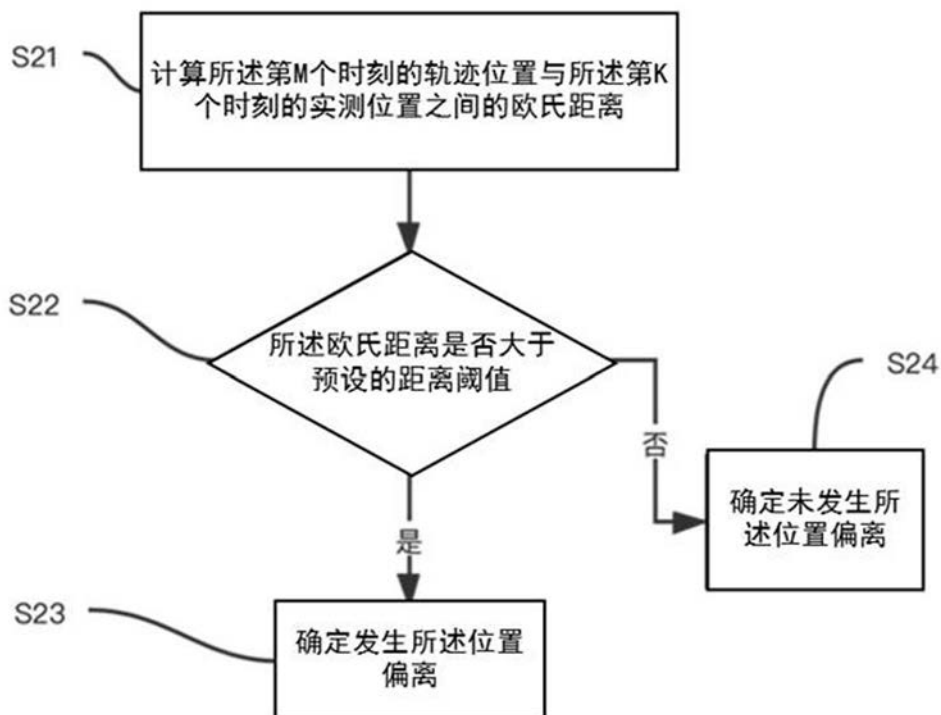


图3

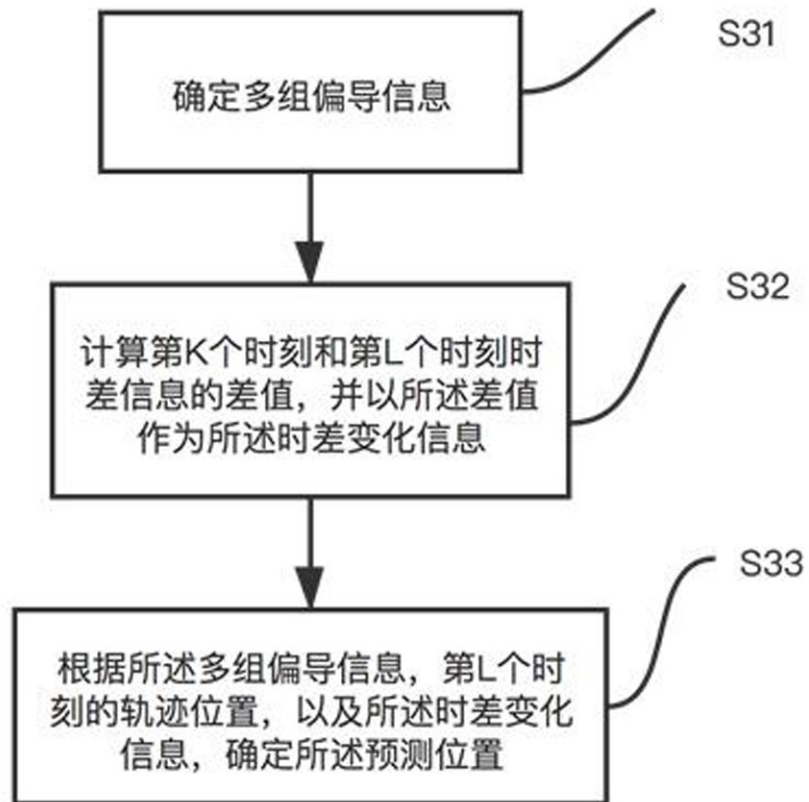


图4

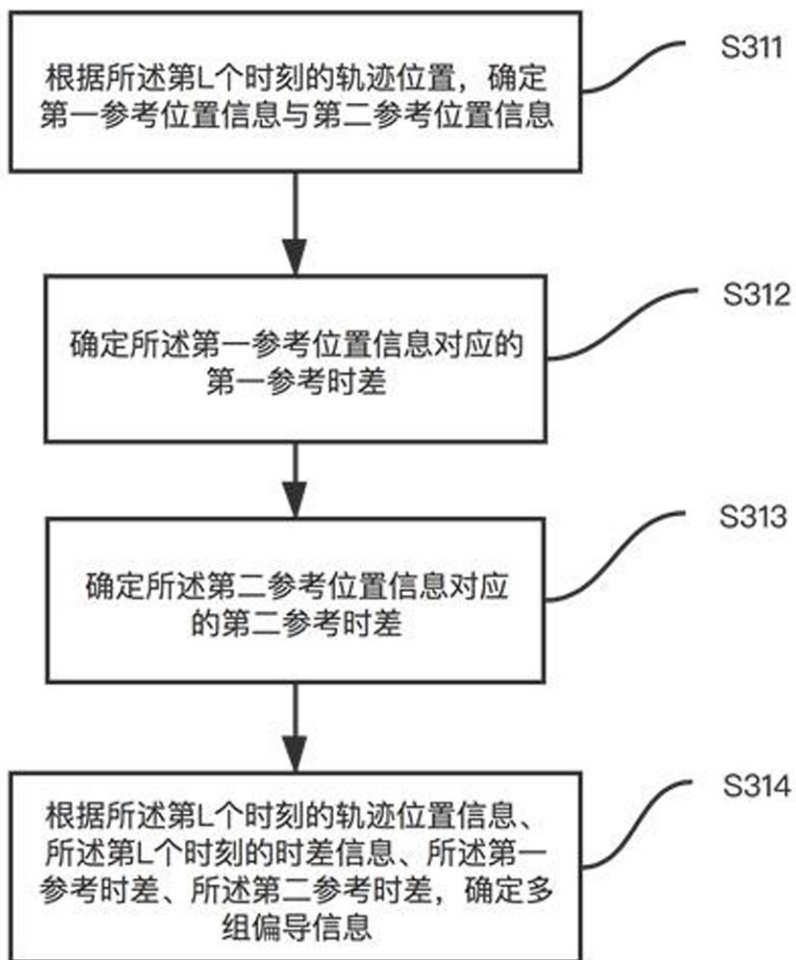


图5

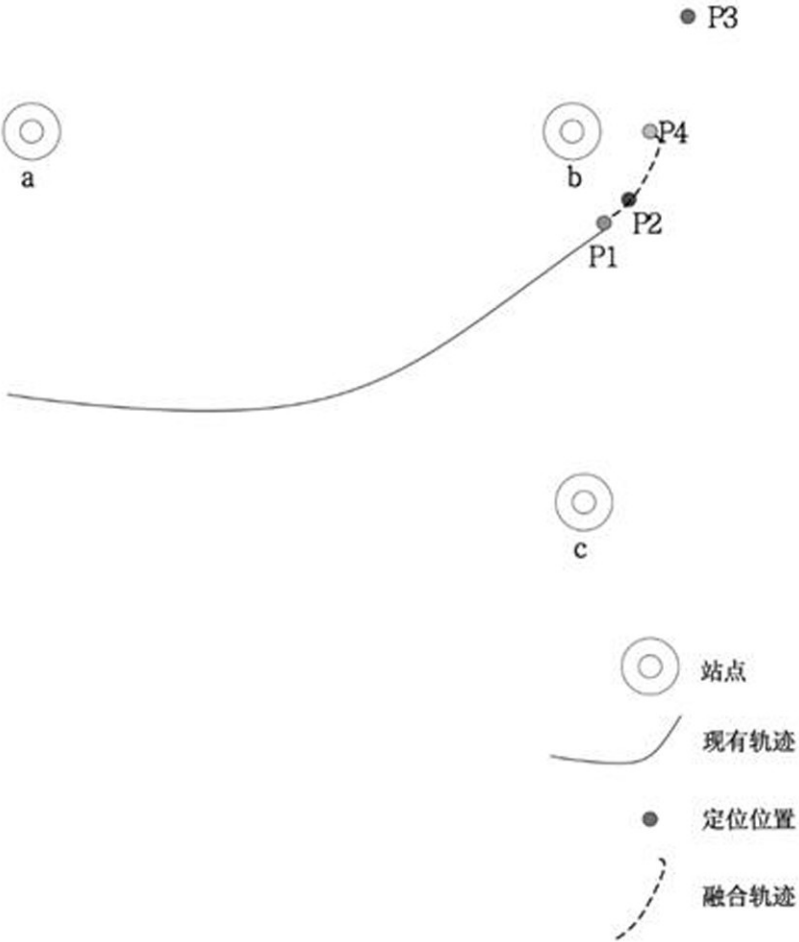
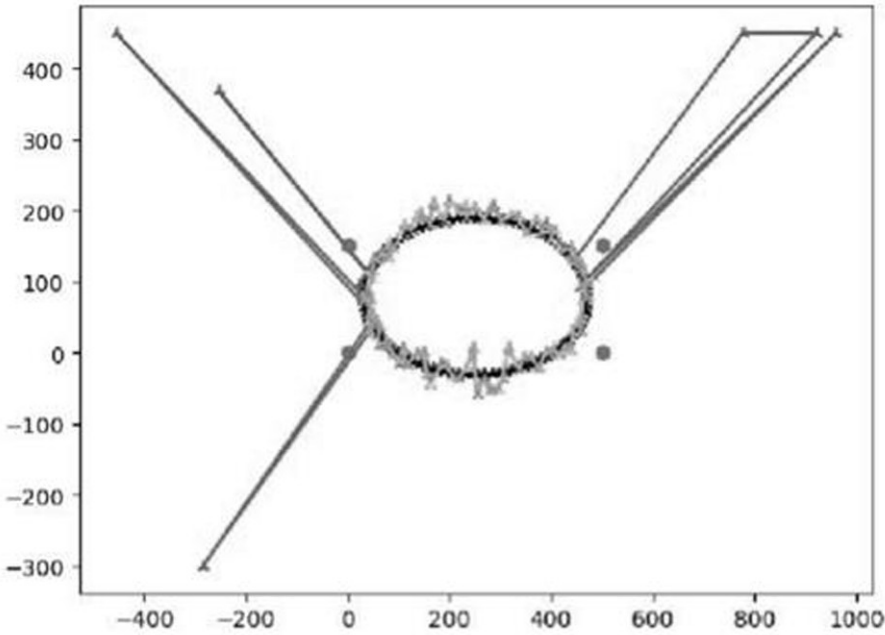
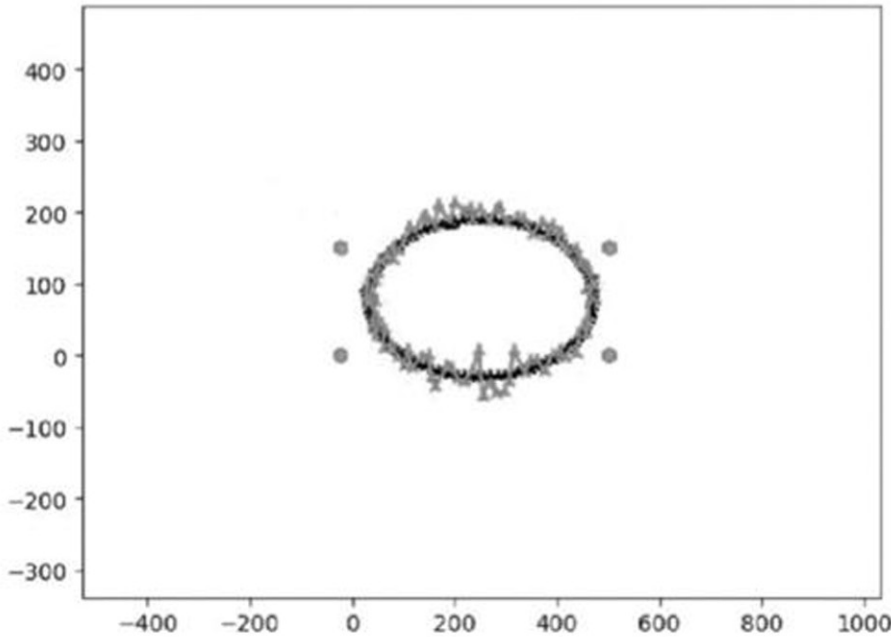


图6



校正前轨迹图



校正后轨迹图

图7

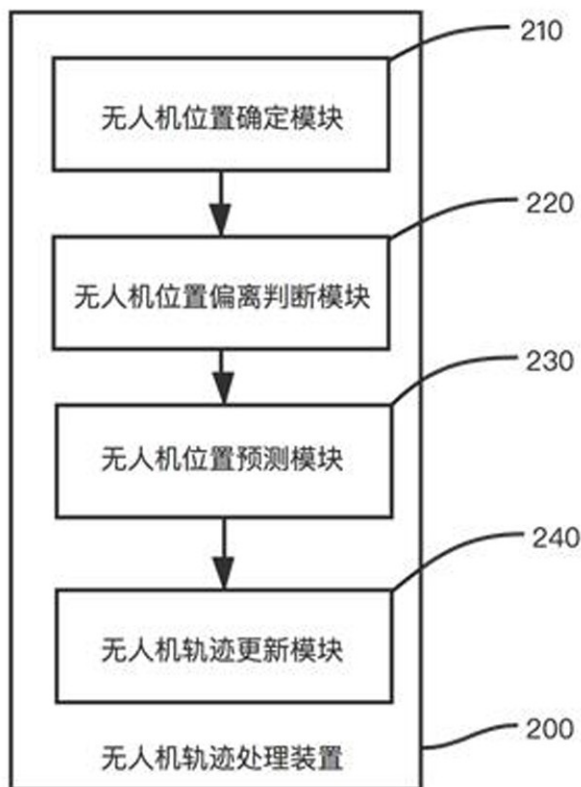


图8

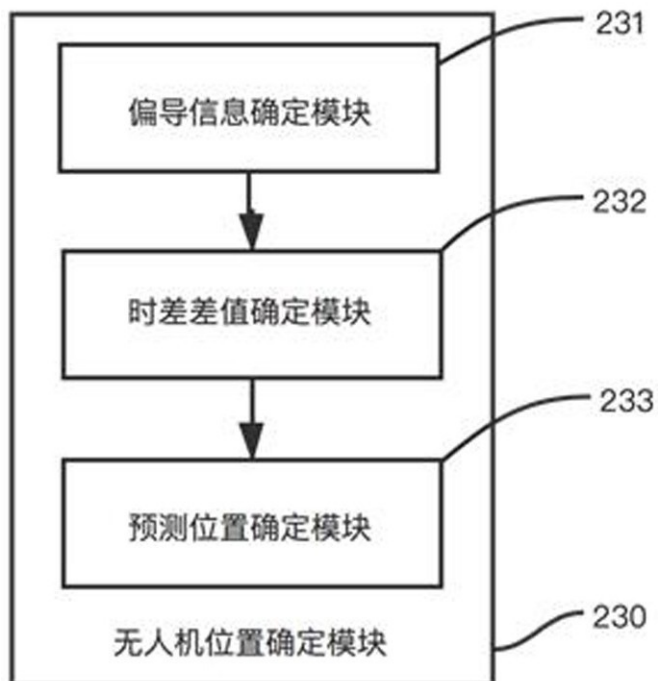


图9

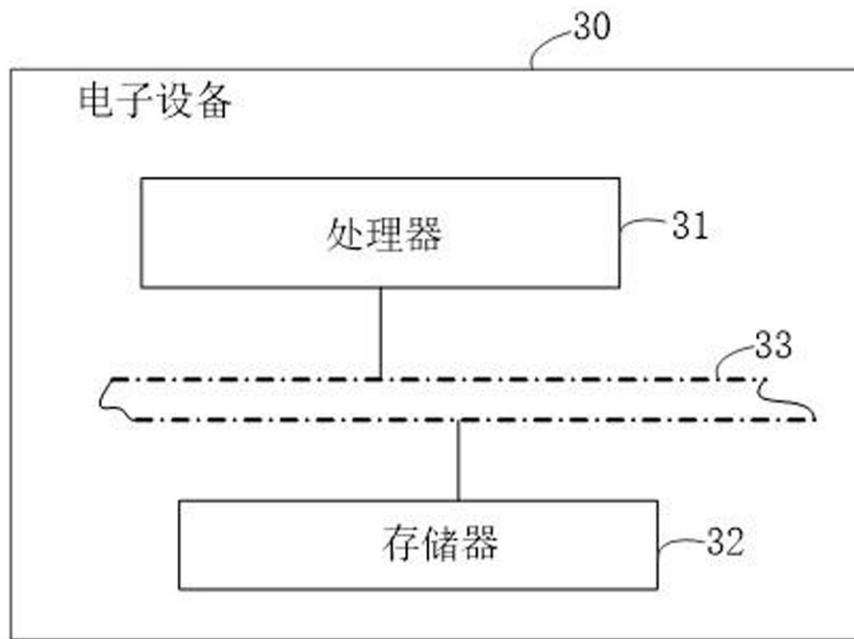


图10