



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114911259 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 16

(21) 申请号 202210550371.1

(22) 申请日 2022.05.20

(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.

G05D 1/10 (2006.01)

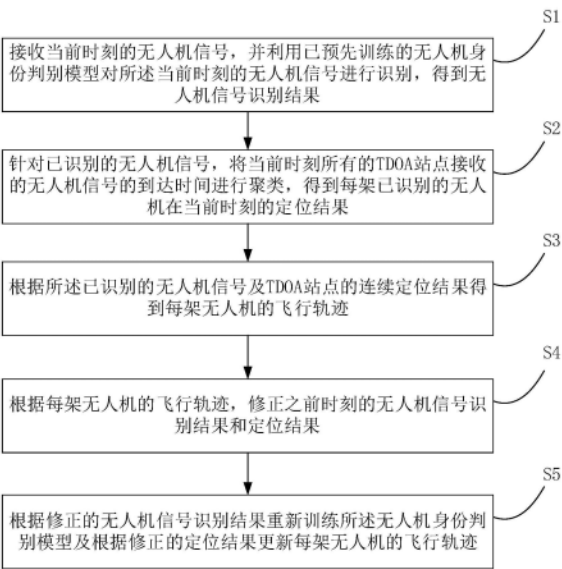
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

多无人机实时跟踪方法、装置、电子设备及
介质

(57) 摘要

本发明提供了一种多无人机实时跟踪方法、装置、电子设备及介质,该方法包括:接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述当前时刻的无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果;针对已识别的无人机信号,将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类,得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果;根据所述已识别的无人机信号及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹;根据每架无人机的飞行轨迹,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果;根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。



1. 一种多无人机实时跟踪方法,其特征在于,包括:

接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述当前时刻的无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果;

针对已识别的无人机信号,将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类,得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果;

根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹;

根据每架无人机的飞行轨迹,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果;

根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。

2. 根据权利要求1所述的多无人机实时跟踪方法,其特征在于,接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述当前时刻的无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果,具体包括:

接收当前时刻的无人机信号;其中所述当前时刻的无人机信号由IQ数据形式进行表征;

通过聚类算法将所述当前时刻的无人机信号进行聚类,得到多个信号簇;

将每个信号簇中的信号分别作为输入,利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果。

3. 根据权利要求2所述的多无人机实时跟踪方法,其特征在于,通过聚类算法对所述当前时刻的无人机信号进行聚类,得到多个信号簇,包括:

将所述当前时刻的无人机信号由所述IQ数据形式转化为星座图形式;

根据星座图的相似性,通过聚类算法将所述当前时刻的无人机信号进行聚类。

4. 根据权利要求2所述的多无人机实时跟踪方法,其特征在于,将每个信号簇中的信号分别作为输入,利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别,具体包括:

从每个信号簇中,选择信噪比前30%的信号作为输入。

5. 根据权利要求1所述的多无人机实时跟踪方法,其特征在于,针对已识别的无人机信号,将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类,得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果后还包括:若所述定位结果数量大于2个,则将多个定位结果的中心作为当前定位结果。

6. 根据权利要求1所述的多无人机实时跟踪方法,其特征在于,根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹,具体包括:

根据所有的定位结果,将能形成连续、平滑的轨迹的无人机信号,初定为来自同一架无人机,并根据所述无人机信号识别结果,筛选出第一待归并的定位结果;

根据所述无人机信号识别结果,将来自同一架无人机的定位结果分别生成飞行轨迹,并根据所述定位结果是否明显偏离主飞行轨迹,筛选出第二待归并的定位结果;

将所述第一待归并的定位结果和所述第二待归并的定位结果,根据所述信号识别结果和/或所述轨迹特征进行归并。

7. 根据权利要求6所述的多无人机实时跟踪方法,其特征在于,根据所有的定位结果,

将能形成连续、平滑的轨迹的无人机信号,初定为来自同一架无人机,并根据所述无人机信号识别结果,筛选出第一待归并的定位结果,具体包括:

根据所述轨迹中的无人机信号识别结果,判断信号识别结果不一致的定位结果所占的比例是否少于10%;所述信号识别结果不一致的定位结果对应的无人机信号与该轨迹中其他定位结果对应的无人机信号不是来自同一架无人机;

若是,则判定信号识别结果不一致的定位结果属于信号识别异常数据,并根据所述信号识别异常数据修正所述信号识别结果;

若否,则将信号识别结果不一致的定位结果判定为第一待归并的定位结果。

8. 根据权利要求6或7所述的多无人机实时跟踪方法,其特征在于,根据所述无人机信号识别结果,将来自同一架无人机的定位结果分别生成飞行轨迹,并根据所述定位结果是否明显偏离主飞行轨迹,筛选出第二待归并的定位结果,包括:

判断明显偏离主飞行轨迹的定位结果个数所占比例是否少于10%;

若是,则删除所述偏离主飞行轨迹的定位结果;

若否,则将所述偏离主飞行轨迹的定位结果判定为第二待归并的定位结果。

9. 一种多无人机实时跟踪装置,其特征在于,包括:

信号识别模块,用于接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果;

定位结果确定模块,针对已识别的无人机信号,将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类,得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果;

飞行轨迹确定模块,根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹;

信号识别结果和定位结果修正模块,用于根据每架无人机的飞行轨迹,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果;

轨迹更新模块,根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。

10. 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执行的程序;其中,所述处理器执行所述程序时,实现如权利要求1-8中任一项所述的多无人机实时跟踪方法。

11. 一种机器可读存储介质,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1-8中任一项所述的多无人机实时跟踪方法。

多无人机实时跟踪方法、装置、电子设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,尤其涉及一种多无人机实时跟踪方法、装置、电子设备及介质。

背景技术

[0002] 城市低空无人机的实时跟踪是当前维护大众安全、城市秩序和重要设施安全运行的重要课题。目前针对多个无人机的同时跟踪,存在不少技术难题,其中最主要的就是如何实现众多无线电信号与定位结果以及飞行轨迹的匹配。

[0003] 对于合作式无人机,即无人机主动发送自身的身份识别码RID信息,则定位结果与身份绑定较为容易。但如果是非合作无人机,需要探测定位系统自动区分电磁信号的归属。然而,电磁信号的归属受到城市环境和电磁背景噪声的严重影响,并不能十分准确的判定。同时,定位结果也由于城市环境中无人机信号多径传播、噪声干扰等因素并不能十分准确,甚至会偶尔出现较大的偏离。因此造成了针对多个非合作无人机实时跟踪的困难,会出现信号分析和定位结果与实际多机飞行轨迹的不一致。

发明内容

[0004] 本发明提供一种多无人机实时跟踪方法、装置、电子设备及介质,以解决无人机的信号识别结果和定位结果与无人机实际飞行轨迹不一致的问题。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供了一种多无人机实时跟踪方法,包括:

[0006] 接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述当前时刻的无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果;

[0007] 针对已识别的无人机信号,将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类,得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果;

[0008] 根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹;

[0009] 根据每架无人机的飞行轨迹,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果;

[0010] 根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。

[0011] 可选的,接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述当前时刻的无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果,具体包括:

[0012] 接收当前时刻的无人机信号;其中所述当前时刻的无人机信号由IQ数据形式进行表征;

[0013] 通过聚类算法将所述当前时刻的无人机信号进行聚类,得到多个信号簇;

[0014] 将每个信号簇中的信号分别作为输入,利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果。

[0015] 可选的,通过聚类算法对所述当前时刻的无人机信号进行聚类,得到多个信号簇,

包括：

[0016] 将所述当前时刻的无人机信号由所述IQ数据形式转化为星座图形式；根据星座图的相似性，通过聚类算法将所述当前时刻的无人机信号进行聚类。

[0017] 可选的，将每个信号簇中的信号分别作为输入，利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别，具体包括：

[0018] 从每个信号簇中，选择信噪比前30%的信号作为输入。

[0019] 可选的，针对已识别的无人机信号，将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类，得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果后还包括：若所述定位结果数量大于2个，则将多个定位结果的中心作为当前定位结果。

[0020] 可选的，根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹，具体包括：

[0021] 根据所有的定位结果，将能形成连续、平滑的轨迹的无人机信号，初定为来自同一架无人机，并根据所述无人机信号识别结果，筛选出第一待归并的定位结果；

[0022] 根据所述无人机信号识别结果，将来自同一架无人机的定位结果分别生成飞行轨迹，并根据所述定位结果是否明显偏离主飞行轨迹，筛选出第二待归并的定位结果；

[0023] 将所述第一待归并的定位结果和所述第二待归并的定位结果，根据所述信号识别结果和/或所述轨迹特征进行归并。

[0024] 可选的，根据所有的定位结果，将能形成连续、平滑的轨迹的无人机信号，初定为来自同一架无人机，并根据所述无人机信号识别结果，筛选出第一待归并的定位结果，具体包括：

[0025] 根据所述轨迹中的无人机信号识别结果，判断信号识别结果不一致的定位结果所占的比例是否少于10%；所述信号识别结果不一致的定位结果对应的无人机信号与该轨迹中其他定位结果对应的无人机信号不是来自同一架无人机；

[0026] 若是，则判定信号识别结果不一致的定位结果属于信号识别异常数据，并根据所述信号识别异常数据修正所述信号识别结果；

[0027] 若否，则将信号识别结果不一致的定位结果判定为第一待归并的定位结果。

[0028] 可选的，根据所述无人机信号识别结果，将来自同一架无人机的定位结果分别生成飞行轨迹，并根据所述定位结果是否明显偏离主飞行轨迹，筛选出第二待归并的定位结果，包括：

[0029] 判断明显偏离主飞行轨迹的定位结果个数所占比例是否少于10%；

[0030] 若是，则删除所述偏离主飞行轨迹的定位结果；

[0031] 若否，则将所述偏离主飞行轨迹的定位结果判定为第二待归并的定位结果。

[0032] 根据本发明的第二方面，提供了一种多无人机实时跟踪装置，包括：

[0033] 信号识别模块，用于接收当前时刻的无人机信号，并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别，得到无人机信号识别结果；

[0034] 定位结果确定模块，用于针对已识别的无人机信号，将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类，得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果；

[0035] 飞行轨迹确定模块，用于根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结

果得到每架无人机的飞行轨迹；

[0036] 信号识别结果和定位结果修正模块，用于根据每架无人机的飞行轨迹，修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果；

[0037] 轨迹更新模块，根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。

[0038] 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执行的程序；其中，所述处理器执行所述程序时，实现本发明第一方面提供的多无人机实时跟踪方法。

[0039] 根据本发明的第四方面，提供了一种机器可读存储介质，其上存储有程序，该程序被处理器执行时，实现本发明第一方面提供的多无人机实时跟踪方法。

[0040] 本发明提供的多无人机实时跟踪方法，基于身份判别与定位分析的方法对城市低空多无人机实时跟踪，首先利用已预先训练的无人机身份判别模型对当前时刻的无人机信号进行识别，得到无人机信号识别结果，并根据当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类，得到每架已识别的无人机在当前时刻以及之后多个连续时刻的定位结果；然后根据所述已识别的无人机信号及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹，并且修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果，最后更新每架无人机的飞行轨迹。

[0041] 本发明根据无人机信号的识别结果与无人机信号的实时定位结果进行联合优化，分别得到每架无人机的飞行轨迹，并根据当前定位结果或信号识别结果，结合对历史定位信息与信号识别的分析，相互排除异常结果，实现针对多个无人机的精准定位与无人机信号精确识别，进而得到更准确的无人机飞行实时跟踪轨迹结果，解决无人机的信号识别结果和定位结果与无人机实际飞行轨迹不一致的问题。

附图说明

[0042] 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。

[0043] 图1是本发明一示例性实施例中提供的多无人机实时跟踪方法的流程示意图；

[0044] 图2是本发明一示例性实施例中提供的无人机信号识别方法的流程示意图；

[0045] 图3是本发明另一示例性实施例中提供的无人机信号识别方法的流程示意图；

[0046] 图4是本发明一示例性实施例中提供的无人机飞行轨迹生成方法的流程示意图；

[0047] 图5是本发明另一示例性实施例中提供的无人机飞行轨迹生成方法的流程示意图；

[0048] 图6是本发明又一示例性实施例中提供的无人机飞行轨迹生成方法的流程示意图；

[0049] 图7是本发明一示例性实施例中提供的多无人机实时跟踪装置的模块示意图；

[0050] 图8是本发明一示例性实施例中提供的电子设备的构造示意图。

具体实施方式

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 请参考图1,本发明一示例性实施例中提供的多无人机实时跟踪方法,包括:

[0055] S1:接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述当前时刻的无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果;

[0056] S2:针对已识别的无人机信号,将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类,得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果;

[0057] S3:根据所述已识别的无人机信号及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹;

[0058] S4:根据每架无人机的飞行轨迹,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果;

[0059] S5:根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。

[0060] 本发明提供的多无人机实时跟踪方法,基于身份判别与定位分析的方法对多个无人机实时跟踪,在无人机飞行过程中的每个时刻都会执行步骤S1~步骤S5,在每一次更新当前无人机飞行轨迹后,根据修正的无人机信号识别结果重新训练无人机身份判别模型,以在下一时刻对无人机信号进行识别时能得到更精准的信号识别结果,进而更准确实现对多个无人机实时跟踪。

[0061] 请参考图2,其中步骤S1具体包括:

[0062] S11:接收当前时刻的无人机信号;其中所述当前时刻的无人机信号由IQ数据形式进行表征;IQ信号即同相正交信号,I为in-phase(请补充中文),Q为quadrature(请补充中文),与I的相位相差了90度。所述当前时刻的无人机信号是通过正交调制后的IQ数据形式。

[0063] S12:通过聚类算法将所述当前时刻的无人机信号进行聚类,得到多个信号簇。

[0064] 请参考图3,其中步骤S12,包括:

[0065] S121:将所述当前时刻的无人机信号由所述IQ数据形式转化为星座图形式;

[0066] S122:根据星座图的相似性,通过聚类算法将所述当前时刻的无人机信号进行聚类,得到多个信号簇。

[0067] 星座图即数字通信领域中,一种以图示的方式将数字信号在复平面上表示,以直观地表示信号以及信号之间的关系。将所述当前时刻的无人机信号由所述IQ数据形式转化为星座图形式即在二维坐标上将正交幅度调制信号中同相(I)和正交(Q)的向量以坐标的形式展现出来。如一个坐标中横坐标为I轴,纵坐标是Q轴,矢量信号在I轴上的投影为I分量,在Q轴上的投影为Q分量,这样任意一个I的幅度和任意一个Q的幅度组合都会在坐标图上映射一个相应的星座点,假如每个星座点代表由n比特的同相(I)信号数据和n比特的正交(Q)信号数据组成的一个映射,I分量和Q分量一共有 $n \times n$ 种可能的组合状态映射到星座图。

[0068] 根据所述当前时刻的无人机信号在星座图中的坐标位置,使用聚类算法进行聚类。聚类即按照某个特定标准(如距离)把一个数据集分割成不同的类或簇,使得同一个簇内的数据对象的相似性尽可能大,同时不在同一个簇中的数据对象的差异性也尽可能地大,即聚类后同一类的数据尽可能聚集到一起,不同类数据尽量分离。

[0069] 其中一种实时方式中,采用的聚类算法为k-均值算法,即k-means算法。k-means算法是一种基于划分的聚类算法,以距离作为数据对象间相似性度量的标准,即数据对象间的距离越小,则它们的相似性越高,则它们越有可能在同一个类簇。k-means算法中的k代表类簇个数,means代表类簇内数据对象的均值。

[0070] S13:将每个信号簇中的信号分别作为输入,利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果。

[0071] 所述无人机身份判别模型采用深度学习算法,如利用卷积神经网络或长短期记忆网络(LSTM)等深度学习算法,首先根据信号特征数据库预先训练身份判别模型,再将当前信号输入到所述身份判别模型,即可得到无人机信号识别结果。

[0072] 其中一种实施方式中,从每个信号簇中,选择信噪比前30%的信号作为输入。通过无人机身份判别模型得到的相关结果判定该簇信号是否属于某架预训练无人机。

[0073] 通过步骤S1得到的所述信号识别结果,已识别的无人机信号表征了对无人机的识别,如果该信号与预训练信号数据库中的信号特征都有强相关关系,则可以判定该信号来自某架已知的无人机。

[0074] 在本发明一种实施方式,步骤S2针对已识别的无人机信号,对当前时刻所有TDOA站点到达时间进行聚类,并根据聚类结果,删除明显偏离聚类中心的无人机信号数据得到有效到达时间的无人机信号数据。TDOA定位计算服务器针对某架无人机的信号,根据其对应的各TDOA站点的有效到达时间数据计算相对到达时间差,得到该无人机信号对应的无人机在该时刻的TDOA定位结果。其中一种实施方式中,若所述定位结果数量大于2个,则将多个定位结果的中心作为当前定位结果。

[0075] 步骤S3根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹,所述TDOA站点的连续定位结果是指利用TDOA站点从当前时刻开始一段时间内进行多次定位得到的所有定位结果,其中每一个时刻的定位结果,都可以根据步骤S2的方式得到。请参考图4,其中一种实施方式中,步骤S3具体包括:

[0076] S31:根据所有的定位结果,将能形成连续、平滑的轨迹的无人机信号,初定为来自同一架无人机,并根据所述无人机信号识别结果,筛选出第一待归并的定位结果。

[0077] 请参考图5,其中一种实施方式中,步骤S31具体包括:

[0078] S311:根据所述轨迹中的无人机信号识别结果,判断信号识别结果不一致的定位结果所占的比例是否少于10%;所述信号识别结果不一致的定位结果对应的无人机信号与该轨迹中其他定位结果对应的无人机信号不是来自同一架无人机;

[0079] S312:若是,则判定信号识别结果不一致的定位结果属于信号识别异常数据,并根据所述信号识别异常数据修正所述信号识别结果;

[0080] S313:若否,则将信号识别结果不一致的定位结果判定为第一待归并的定位结果。

[0081] 步骤S31根据所有的TDOA定位结果,将能形成连续、平滑轨迹的无人机信号,初定为来自同一架无人机,在这里形成轨迹中的所有定位结果中,其对应的无人机信号的信号识别结果可能不全部属于同一架无人机,因此需要根据信号识别结果,筛选出需要重新归并的定位结果。在其中一种方式中,通过步骤S11判断信号识别结果不一致的定位结果所占的比例:如果比例少于10%,那么可以认为这些信号识别结果属于信号识别异常数据,将这些异常数据对应的定位结果仍然判定为同一架无人机,并根据所述信号识别异常数据修正所述信号识别结果;如果高于10%,则认为这些信号识别结果不一致的信号来自于其他无人机,因此将这些信号对应的定位结果判定为第一待归并的定位结果,并将第一待归并的定位结果从本步骤中的这条轨迹中剔除,在之后进行重新归并,用于其他轨迹合成。

[0082] S32:根据所述无人机信号识别结果,将来自同一架无人机的定位结果分别生成飞行轨迹,并根据所述定位结果是否明显偏离主飞行轨迹,筛选出第二待归并的定位结果。

[0083] 请参考图6,其中一种实施方式中,步骤S32:具体包括:

[0084] S321:判断明显偏离主飞行轨迹的定位结果个数所占比例是否少于10%;

[0085] S322:若是,则删除所述偏离主飞行轨迹的定位结果;

[0086] S323:若否,则将所述偏离主飞行轨迹的定位结果判定为第二待归并的定位结果。

[0087] 步骤S32根据所述无人机信号识别结果,将属于同一架飞机的信号对应的定位结果,初定为来自同一架无人机,将来自同一架无人机的定位结果分别形成轨迹。根据这些定位结果生成的轨迹中会存在一些偏离主飞行轨迹的定位点,如果该轨迹中存在明显偏离主飞行轨迹的定位点在所有定位结果数据中所占的比例低于10%,则判定为偶尔定位结果异常,并删除所述偏离主飞行轨迹的定位结果;如果比例高于10%,则不能确定这些定位结果对应的信号属于该无人机。则将所述偏离主飞行轨迹的定位结果判定为第二待归并的定位结果,并将第二待归并的定位结果从本步骤中的这条轨迹中剔除,在之后进行重新归并,用于其他轨迹合成。

[0088] S33:将所述第一待归并的定位结果和所述第二待归并的定位结果,根据所述信号识别结果和/或所述轨迹特征进行归并。

[0089] 在通过步骤S31和步骤S32得到每架无人机的飞行轨迹,并筛选出所述第一待归并的定位结果和所述第二待归并的定位结果之后,步骤S33将对这些待归并的定位结果重新进行归并。所有待归并的定位结果根据置信度进行归并:如果所述待归并的定位结果中超过90%的定位结果对应的信号识别结果一致,则按照信号识别结果将这些定位结果归并;如果所述待归并的定位结果中超过95%的定位结果能生成连续、平滑的轨迹,则按照飞行轨迹来进行归并。

[0090] 通过步骤S1~S3得到每架无人机的飞行轨迹后,步骤S4根据每架无人机的飞行轨

迹,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果。在一种实施方式中,具体包括:根据所述无人机信号识别结果,如果之前时刻的某定位结果对应的无人机信号识别结果与判定的轨迹对应的所述无人机身份不一致,将该定位结果重新归属到与其信号识别结果相符的无人机轨迹中,如果该定位结果对应的无人机信号识别结果与所有轨迹对应的无人机身份都不一致,则删除该定位结果;如果某次定位结果偏离对应的轨迹大于50米,则判定该定位结果异常,将该定位结果从当前轨迹合并使用数据集中删除。

[0091] 步骤S3结合无人机信号的识别结果与TDOA站点的实时定位结果分别得到每架无人机的飞行轨迹,并在轨迹合并的过程中,对信号识别错误或定位异常的数据结果进行重新归并或删除,步骤S4根据新合成的飞行轨迹对之前时刻的历史数据进行排查,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果。一方面得到更准确的无人机飞行轨迹,解决无人机的信号识别结果和定位结果与无人机实际飞行轨迹不一致的问题,另一方面在生成各架无人机的飞行轨迹后,利用信号识别异常的数据更新所述信号识别结果,以在后面根据修正的信号识别结果数据重新训练无人机身份判别模型,以提高在之后时刻进行无人机信号识别的过程中得到更准确的信号识别结果。

[0092] 步骤S5根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。利用修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型,提高了下一次信号识别结果的准确性,同时利用修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹,使每架无人机的飞行轨迹更精准。

[0093] 请参考图7,根据本发明的第二方面,提供了一种多无人机实时跟踪装置100,其特征在于,包括:

[0094] 信号识别模块101,用于接收当前时刻的无人机信号,并利用已预先训练的无人机身份判别模型对所述无人机信号进行识别,得到无人机信号识别结果;

[0095] 定位结果确定模块102,用于针对已识别的无人机信号,将当前时刻所有的TDOA站点接收的无人机信号的到达时间进行聚类,得到每架已识别的无人机在当前时刻的定位结果;

[0096] 飞行轨迹确定模块103,用于根据所述无人机信号识别结果及TDOA站点的连续定位结果得到每架无人机的飞行轨迹;

[0097] 信号识别结果和定位结果修正模块104,用于根据每架无人机的飞行轨迹,修正之前时刻的无人机信号识别结果和定位结果;

[0098] 轨迹更新模块105,根据修正的无人机信号识别结果重新训练所述无人机身份判别模型及根据修正的定位结果更新每架无人机的飞行轨迹。

[0099] 请参考图8,提供了一种电子设备40,包括:

[0100] 处理器41;以及

[0101] 存储器42,用于存储所述处理器的可执行指令;

[0102] 其中,所述处理器41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。

[0103] 处理器41能够通过总线43与存储器42通讯。

[0104] 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。

[0105] 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。

[0106] 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。

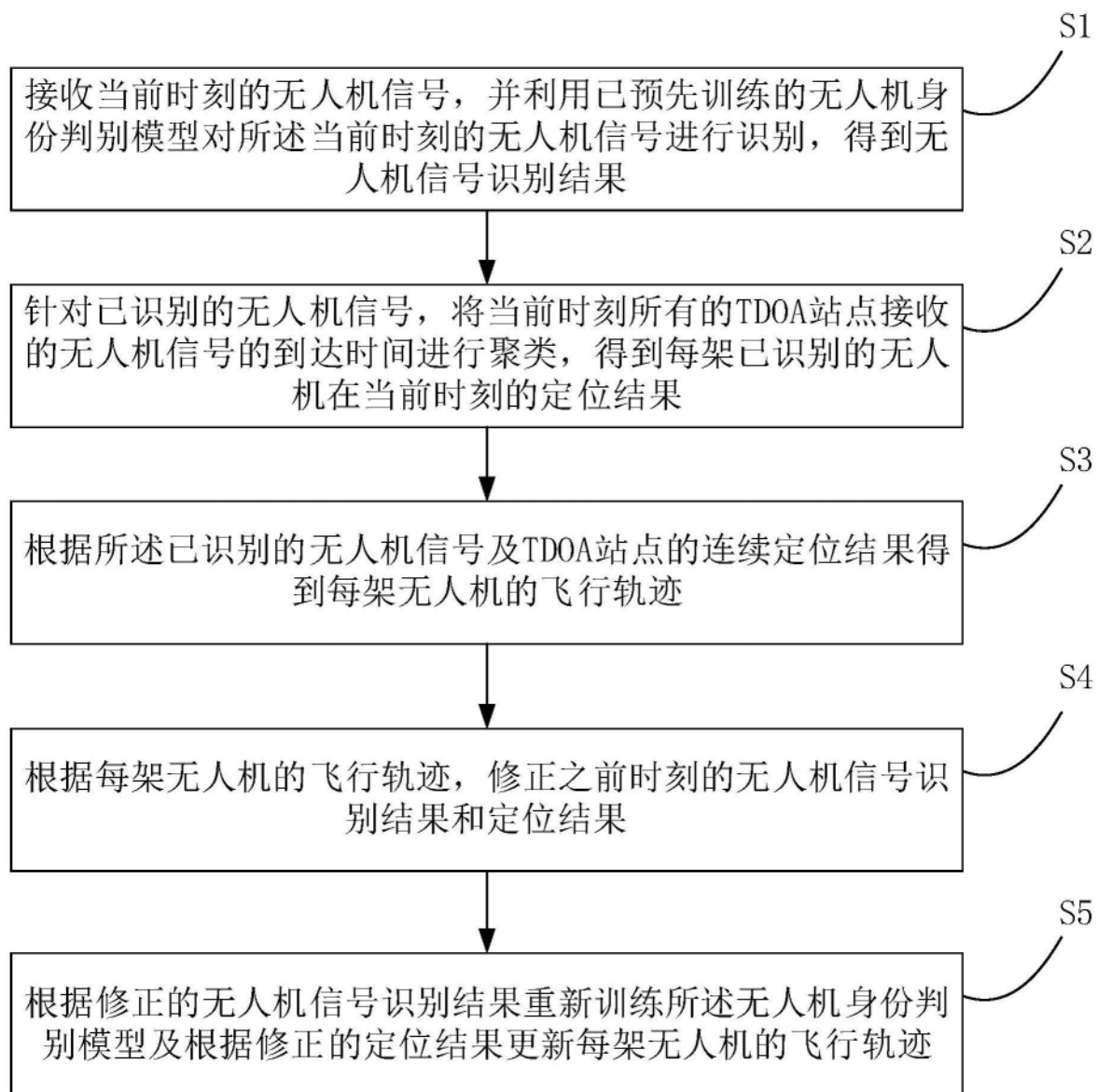


图1

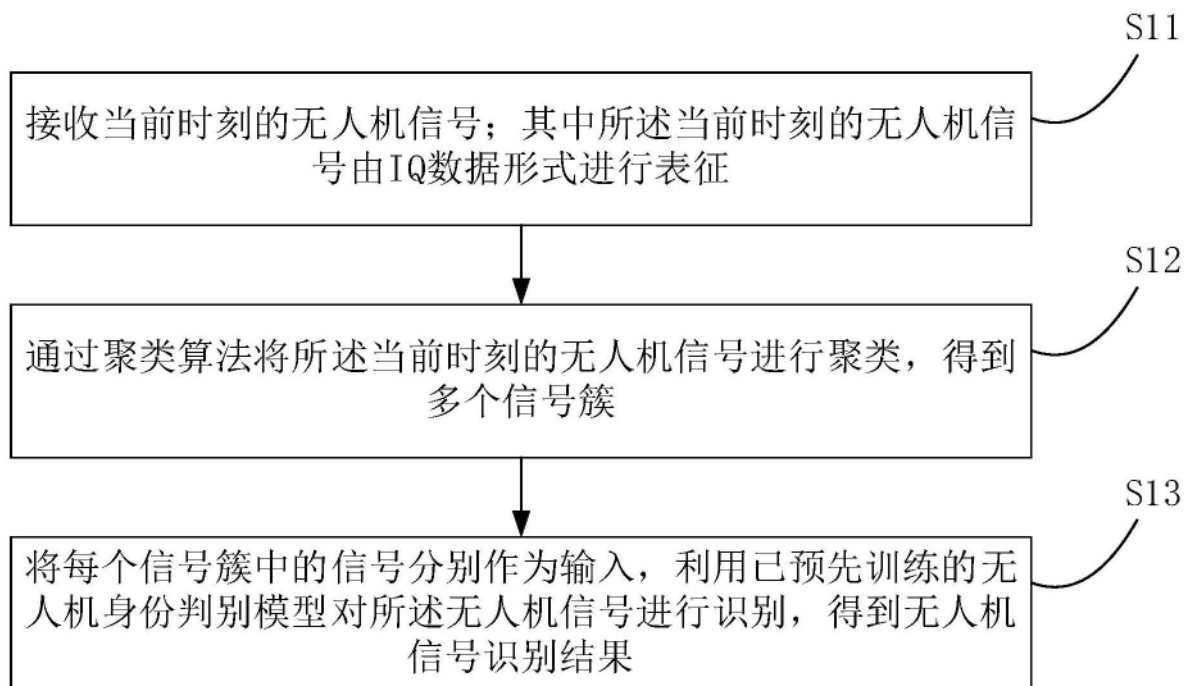


图2

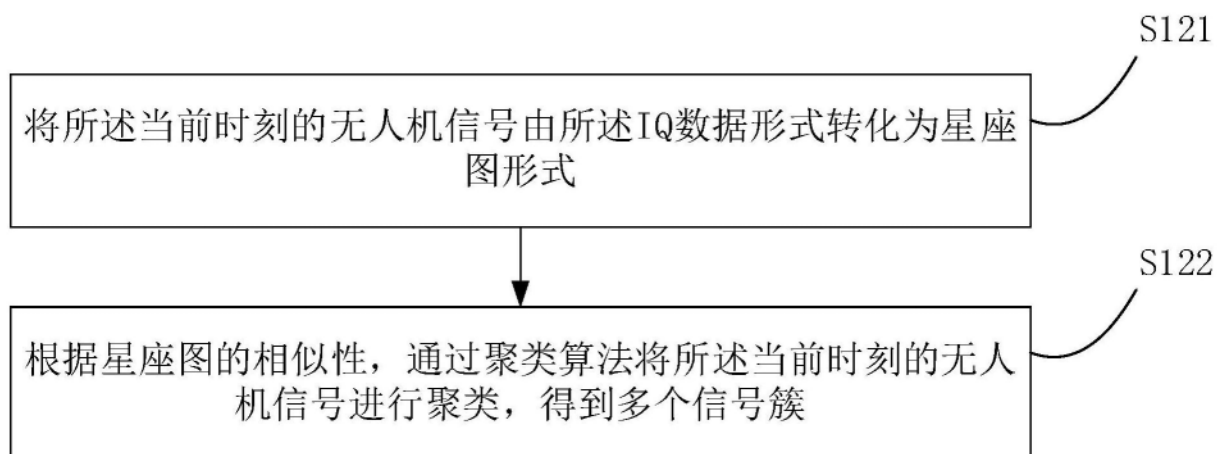


图3

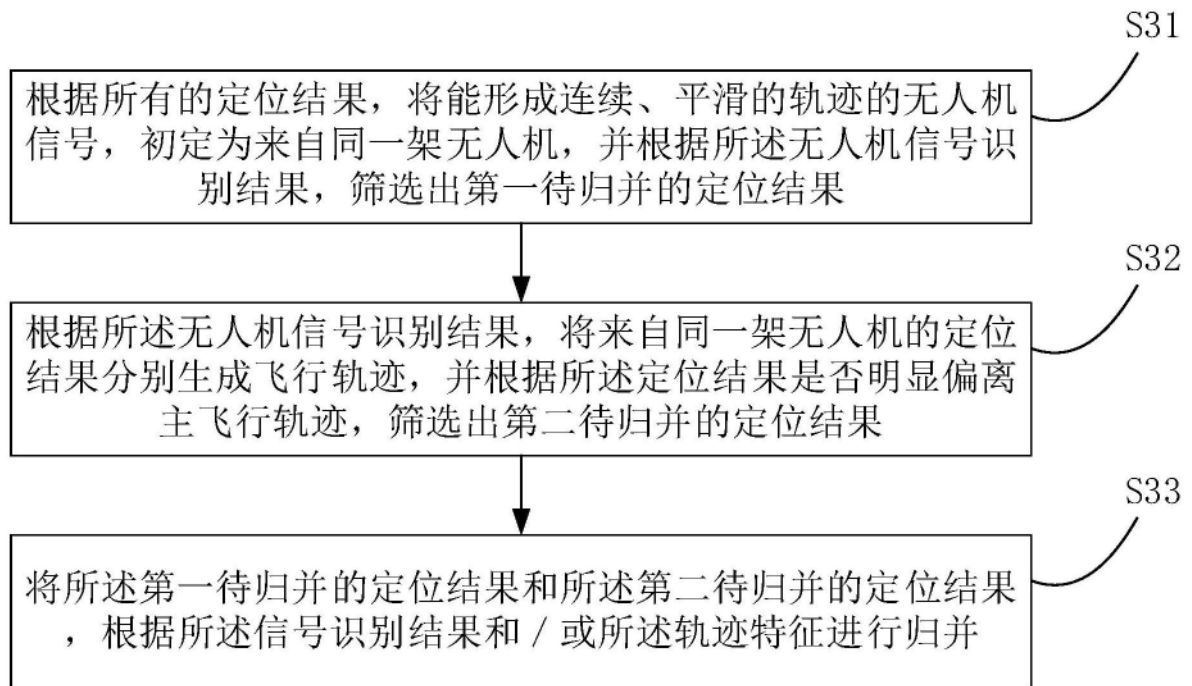


图4

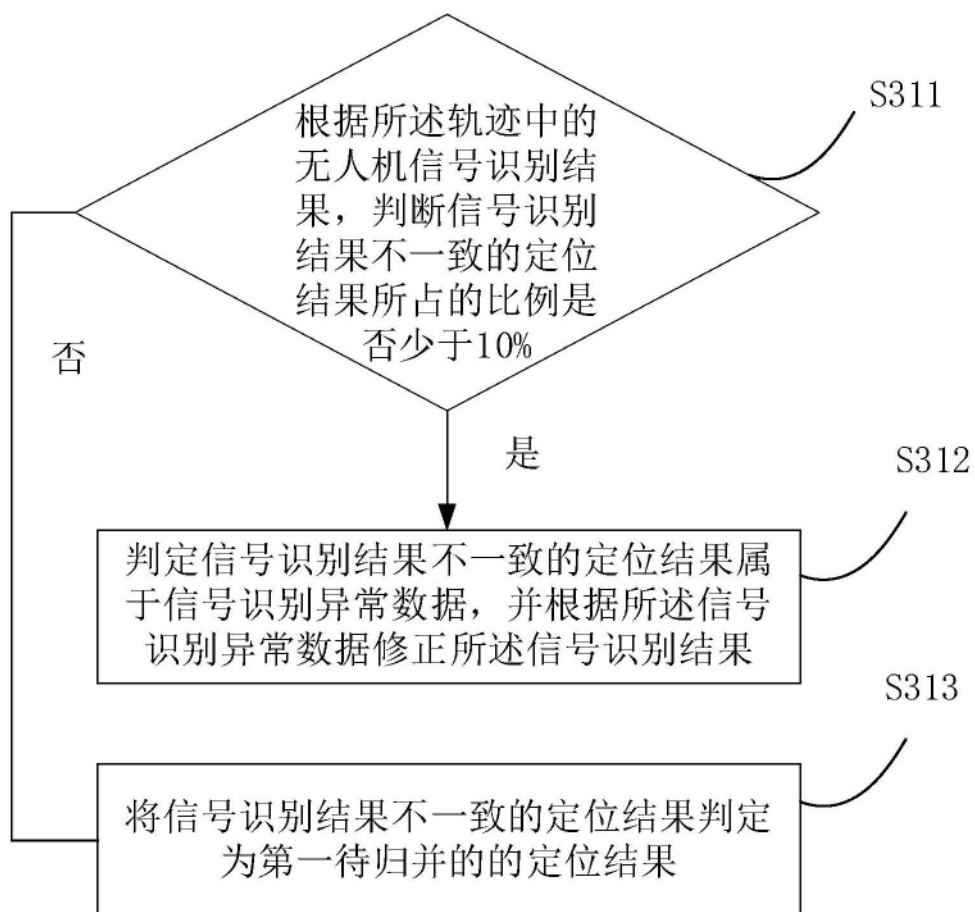


图5

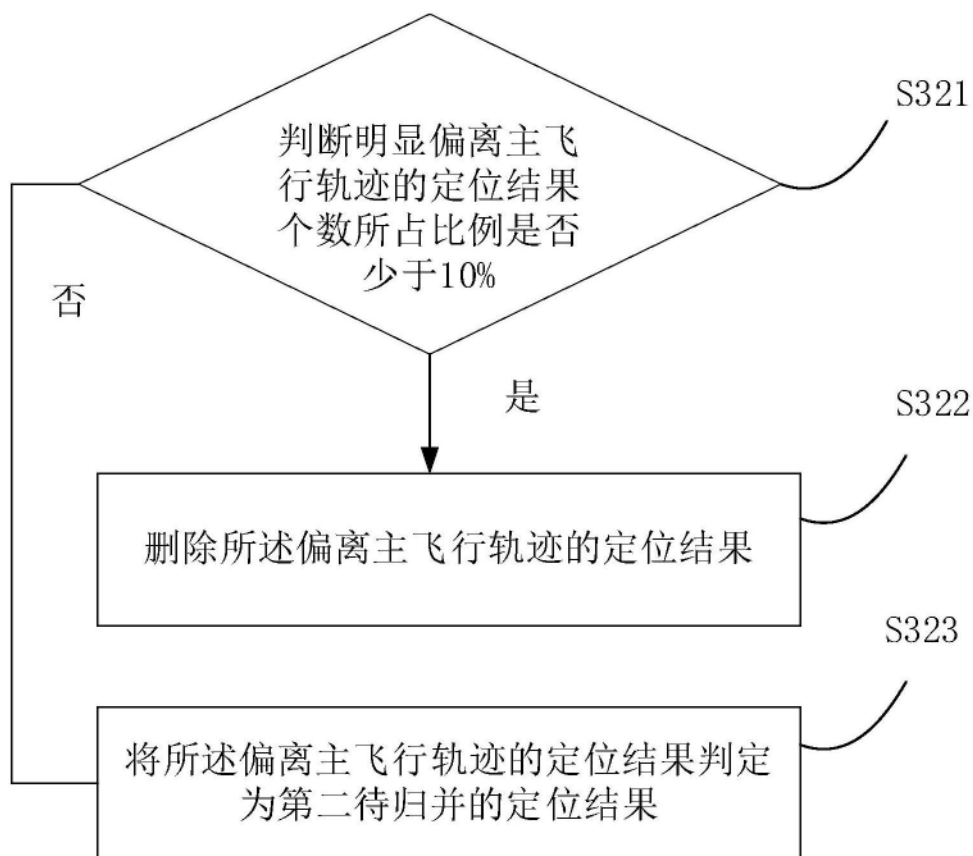


图6

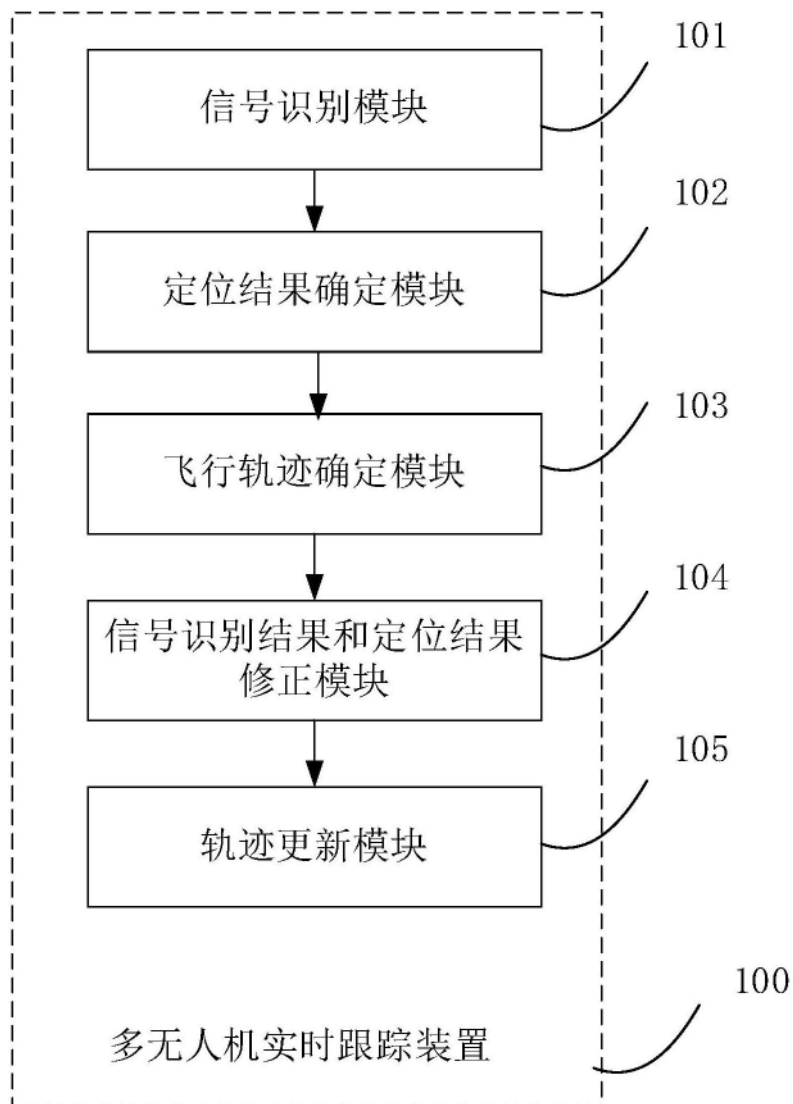


图7

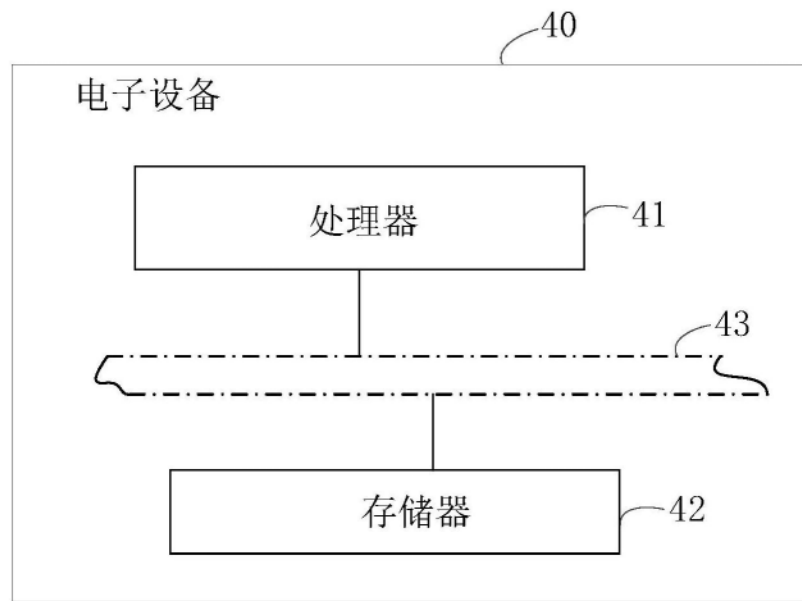


图8