



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112437907 A

(43) 申请公布日 2021. 03. 02

(21) 申请号 201980046490.X

(22) 申请日 2019.07.09

(30) 优先权数据

2018-131283 2018.07.11 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.01.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/027069 2019.07.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/013153 JA 2020.01.16

(71) 申请人 都市气象株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 古本淳一

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 金兰

(51) Int.Cl.

G05D 1/10 (2006.01)

B64C 13/18 (2006.01)

B64C 39/02 (2006.01)

G08G 5/04 (2006.01)

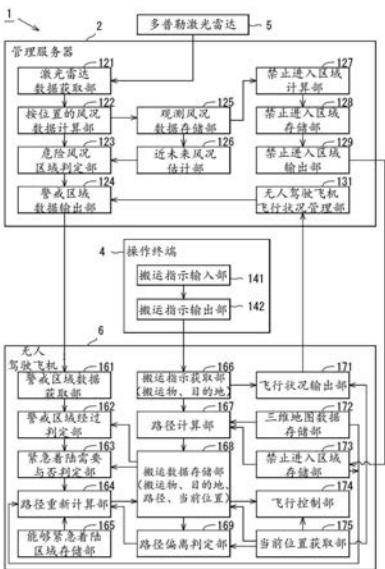
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

飞行路径计算系统、飞行路径计算程序以及无人驾驶飞机路径控制方法

(57) 摘要

不需要人的操纵,且考虑风的影响而使无人机飞行。在无人驾驶飞机飞行管理系统(1)中,具备:三维地图数据存储部(172),存储不存在地上物且无人驾驶飞机(6)能够飞行的水平方向以及高度方向的三维地图数据;当前位置获取部(175),获取当前位置;搬运指示获取部(166),获取目的地;路径计算部(167),计算从当前位置到目的地为止的所述地图数据中的能够飞行的路径;激光雷达数据获取部(121),获取风况数据;危险风况区域判定部(123),根据所述风况数据计算最好避开飞行的警戒区域;路径重新计算部(164),在由所述路径计算部(167)计算出的路径是经过由所述危险风况区域判定部(123)计算出的警戒区域的路径的情况下,避开所述警戒区域重新计算路径。



1. 一种飞行路径计算系统,其特征在于,具备:

三维地图数据存储部,存储不存在地上物且无人驾驶飞机能够飞行的水平方向及高度方向的三维的地图数据;

当前位置获取部,获取当前位置;

目的地获取部,获取目的地;

三维路径计算部,计算从当前位置到目的地为止的所述地图数据中的能够飞行的路径;

风况数据获取部,获取风况数据;

警戒区域计算部,根据所述风况数据计算最好避开飞行的警戒区域;以及

三维路径重新计算部,在由所述三维路径计算部计算出的路径是经过由所述警戒区域计算部计算出的警戒区域的路径的情况下,避开所述警戒区域而重新计算路径。

2. 根据权利要求1所述的飞行路径计算系统,其特征在于,还具备:

能够紧急着陆区域存储部,存储能够使所述无人驾驶飞机紧急着陆的能够紧急着陆区域;以及

紧急着陆指示部,对飞行中的所述无人驾驶飞机进行紧急着陆指示,以使紧急着陆在规定的所述能够紧急着陆区域,

所述三维路径重新计算部是如下结构:当接受到所述紧急着陆指示时,重新计算从当前位置到被指定的所述紧急着陆区域为止的路径。

3. 根据权利要求2所述的飞行路径计算系统,其特征在于,还具备:

搬运物紧急性数据存储部,存储能够判别所述无人驾驶飞机的搬运物是否是紧急搬运物的搬运物紧急性数据;以及

紧急性判定部,判定所述搬运物紧急性数据是否表示是紧急性高的搬运物,所述搬运物紧急性数据与通过所述紧急着陆指示部而要紧急着陆的所述无人驾驶飞机相关,

所述飞行路径计算系统是如下的结构:在所述紧急性判定部判定为有紧急性的情况下,不进行基于所述紧急着陆指示部的紧急着陆指示而继续飞行。

4. 根据权利要求1、2或3所述的飞行路径计算系统,其特征在于,

还具备禁止进入区域计算部,该禁止进入区域计算部基于过去的所述风况数据来计算容易对飞行造成影响而最好避开飞行的禁止进入区域,

所述三维路径计算部以及所述三维路径重新计算部是如下结构:计算不在所述禁止进入区域飞行的路径。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的飞行路径计算系统,其特征在于,

还具备风况估计部,该风况估计部基于过去的所述风况数据和最新的所述风况数据,估计预测警戒区域,该预测警戒区域成为近未来最好避开飞行的警戒区域,

所述三维路径重新计算部是如下结构:也避开所述预测警戒区域而重新计算上述路径。

6. 一种飞行路径计算程序,使计算机发挥如下部件的功能:

三维地图数据存储部,存储不存在地上物且无人驾驶飞机能够飞行的水平方向及高度方向的三维的地图数据;

当前位置获取部,获取当前位置;

目的地获取部,获取目的地;

三维路径计算部,计算从当前位置到目的地为止的所述地图数据中的能够飞行的路径;

警戒区域获取部,获取根据风况数据被判断为最好避开飞行的警戒区域;以及

三维路径重新计算部,在由所述三维路径计算部计算出的路径是经过由所述警戒区域计算部计算出的警戒区域的路径的情况下,避开所述警戒区域而重新计算路径。

7. 一种无人驾驶飞机路径控制方法,通过具备三维地图数据存储部、当前位置获取部、目的地获取部、三维路径计算部、风况数据获取部、警戒区域计算部、以及三维路径重新计算部的飞行路径计算系统,以规定的时间间隔反复进行基于所述警戒区域计算部的警戒区域的计算,在每次警戒区域提出时,由所述三维路径重新计算部重新计算路径,使无人驾驶飞机沿着重新计算出的最新的路径飞行,

其中,

所述三维地图数据存储部存储不存在地上物且所述无人驾驶飞机能够飞行的水平方向及高度方向的三维的地图数据,

所述当前位置获取部获取当前位置,

所述目的地获取部获取目的地,

所述三维路径计算部计算从当前位置到目的地为止的所述地图数据中的能够飞行的路径,

所述风况数据获取部获取风况数据,

所述警戒区域计算部根据所述风况数据计算最好避开飞行的警戒区域,

所述三维路径重新计算部在由所述三维路径计算部计算出的路径是经过由所述警戒区域计算部计算出的警戒区域的路径的情况下,避开所述警戒区域而重新计算路径。

飞行路径计算系统、飞行路径计算程序以及无人驾驶飞机路径控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及例如计算无人驾驶飞机的飞行路径的飞行路径计算系统、飞行路径计算程序以及无人驾驶飞机路径控制方法。

背景技术

[0002] 以往,提出了对大气照射激光,通过用望远镜得到来自大气中的灰尘(气溶胶(aerosol))的散射,得到风速和气溶胶量的相干多普勒激光雷达(CDL:Coherent Doppler Lidar)(参照专利文献1)。

[0003] 另一方面,近年来,提供一种能够在空中一边进行姿态控制一边飞行的无人机(Drone)。这样的无人机根据操纵者的操纵而使方向、速度、高度变化而飞行。飞行中的无人机受到风的影响。而且,例如在直线前进的无人机被风冲走时,如果保持原样,则会变为与构造物碰撞或路径被改变。因此,操纵者操作控制器进行轨道修正。由此,能够使无人机适当地飞行。

[0004] 但是,在这样的方法中,由于操纵者必须始终检查无人机的飞行状况并适当地进行轨道修正,因此存在操纵者的负担大的问题。特别是,无人机越小型化,越容易受到风的影响,另外,存在使其飞行的场所越是城市部,若不早进行轨道修正,则越会与构造物碰撞的问题。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2008-124389号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 本发明鉴于上述问题,其目的在于,提供一种不需要人的操纵,并且能够考虑风的影响而使无人机飞行的飞行路径计算系统、飞行路径计算程序以及无人驾驶飞机路径控制方法,提高便利性。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 本发明提供飞行路径计算系统、飞行路径计算程序、无人驾驶飞机路径控制方法,该飞行路径计算系统的特征在于具备:三维地图数据存储部,存储不存在地上物且无人驾驶飞机能够飞行的水平方向及高度方向的三维的地图数据;当前位置获取部,获取当前位置;目的地获取部,获取目的地;三维路径计算部,计算从当前位置到目的地为止的所述地图数据中的能够飞行的路径;风况数据获取部,获取风况数据;警戒区域计算部,根据所述风况数据计算最好避开飞行的警戒区域;以及三维路径重新计算部,在由所述三维路径计算部计算出的路径是经过由所述警戒区域计算部计算出的警戒区域的路径的情况下,避开所述警戒区域重新计算路径。

[0012] 发明的效果

[0013] 根据本发明,不需要人的操纵,并且能够考虑风的影响而使无人机飞行。

附图说明

[0014] 图1是表示无人驾驶飞机飞行管理系统的结构的框图。

[0015] 图2是管理服务器、操作终端以及无人驾驶飞机的功能框图。

[0016] 图3是管理服务器的控制部所执行的风况检测功能的功能框图。

[0017] 图4是表示管理服务器和无人驾驶飞机的动作的流程图。

具体实施方式

[0018] 以下,与附图一起对本发明的一实施方式进行说明。

[0019] 实施例1

[0020] 图1是表示无人驾驶飞机飞行管理系统1(飞行路径计算系统)的结构的框图。

[0021] 无人驾驶飞机飞行管理系统1由与因特网9能够通信地连接的管理服务器2、操作终端4,多普勒激光雷达5以及无人驾驶飞机6构成。

[0022] 管理服务器2具备控制部21、存储部22、输入部23、显示部24以及通信部25。

[0023] 操作终端4具备控制部41、存储部42、输入部43、显示部44以及通信部45。

[0024] 多普勒激光雷达5具备执行各种控制的控制部、发射激光的激光发射部、接收所述激光在气溶胶反射的反射光的反射光接收部、输出数据的数据输出部。激光发射部将振荡波长窄频带化的脉冲激光在水平方向上向360°全周发射,并且在垂直方向上改变发射角度而向上方发射。反射光接收部接收由气溶胶散射并受到多普勒频移的反射光,将该反射光和来自激光发射部的主激光在混频器上合成,用IF放大器(I.F.Amp.)放大所合成的信号成分中的低频的拍频(beat)信号,用模拟/数字变换器对放大后的信号进行A/D变换而成为数字信号。数据输出部将由所述反射光接收部形成成为数字信号的反射光数据发送到分析装置。

[0025] 管理服务器2由服务器计算机构成,操作终端4由个人计算机构成。管理服务器2和操作终端4都具备:控制部(21、41),由CPU、ROM和RAM等构成作为硬件要素,并执行各种运算和控制动作;存储部(22、42),由硬盘、闪存等构成,允许数据的读写的;输入部(23、43),由触摸面板、键盘、鼠标、按下按钮、这些中的多个构成,并受理通过接触操作进行的输入;显示部(24、44),由液晶显示器和有机EL显示器等构成,并显示字符和图等等的图像;以及通信部(25、45),由LAN板和WIFI单元等构成,执行有线或者无线方式下的通信。

[0026] 管理服务器2的存储部22存储有管理无人驾驶飞机6的飞行状况的管理PG(程序)28、和存储所观测到的观测风况数据和表示禁止进入区域的禁止进入区域数据等的DB(数据库)29。

[0027] 操作终端4存储有操作PG(程序)48和操作数据49,其中,该操作PG(程序)48通过用户的操作输入而受理使无人驾驶飞机6搬运的搬运物和目的地的输入等,该操作数据49由所输入的目的地、搬运物和无人驾驶飞机6的ID构成。

[0028] 无人驾驶飞机6具备:与GPS卫星通信而获取当前位置的GPS单元61;探测距地表的重力方向的高度的高度传感器62;探测朝向的方位而获得方位数据的方位传感器63;至少

对从前方到下方进行拍摄并获取拍摄图像(拍摄影像)的摄像机64;探测接近物体的情况的接近传感器65;探测人将近的情况的对人传感器66;通过陀螺仪机构探测姿态并获得姿态数据的姿态传感器67;进行各种控制动作的控制部71;控制电动机81的转速而使姿态稳定化的姿态控制部72;经由因特网9进行通信的通信部73;进行表示状态的灯的发光的发光部74;通过扬声器输出声音的声音输出部75;存储数据的存储部76;以及多个电动机81。

[0029] 就该无人驾驶飞机6而言,姿态控制部72根据姿态传感器67探测的姿态,控制电动机81的驱动,进而能够稳定地保持姿态,高精度地执行由控制部71进行的包括前进和后退的水平方向移动、改变朝向的水平方向旋转、改变高度的上下移动、以及将它们复合而进行移动的任意方向移动。并且,执行为了安全地运送搬运物所需的适当的如下动作:在通过接近传感器65探测到物体接近时向离开的方向移动、通过对人传感器66探测到人在附近时向离开的方向移动、或者不进一步接近而通过声音输出部75输出促使注意的声音、通过发光部74和声音输出部75通知处于紧急着陆状态等。

[0030] 图2是说明管理服务器2的控制部21、操作终端4的控制部41、以及无人驾驶飞机6的控制部71执行的功能的功能框图。

[0031] 管理服务器2的控制部21作为激光雷达数据获取部121、按位置的风况数据计算部122、危险风况区域判定部123、警戒区域数据输出部124、观测风况数据存储部125、近未来风况数据估计部126、禁止进入区域计算部127、禁止进入区域存储部128、禁止进入区域输出部129、以及无人驾驶飞机飞行状况管理部131发挥功能。

[0032] 激光雷达数据获取部121从设置在不同的位置的多个多普勒激光雷达5获取观测数据。该观测数据由各多普勒激光雷达5的观测范围中的纬度数据、经度数据以及视线风数据构成。另外,视线风数据是多普勒激光雷达5的视线方向即激光照射方向成分的风速的数据。

[0033] 按位置的风况数据计算部122对从多个多普勒激光雷达5得到的观测数据进行分析,并以分钟为单位输出纬度、经度、风向风速数据。即,在多个多普勒激光雷达5的观测范围重叠的区域中,根据各多普勒激光雷达5的视线方向成分的按位置(基于纬度经度的位置)的风速,计算按位置的风向和风速。按纬度以及经度(即按位置)输出该风向以及风速的数据是纬度、经度、风向风速数据。

[0034] 危险风况区域判定部123将由按位置的风况数据计算部122计算出的风速超过预先设定的阈值的区域判定为危险风况区域。该危险风况区域根据纬度、经度以及高度在三维区域中判定。另外,该阈值例如可以设为风速5m/s等进行适当设定。另外,该阈值可以设为在哪里都一律相同、或者构造物密集而容易碰撞的城市部比构造物少而难以碰撞的地方部设为弱的风速的阈值等,可以设为适当的设定。另外,在警戒区域为大范围的情况下、或产生龙卷风或阵风等极端风况的情况下,危险风况区域判定部123也执行对该区域的全部无人驾驶飞机6指示紧急着陆的紧急着陆需要与否的判定。

[0035] 警戒区域数据输出部124将由危险风况区域判定部123判定的危险风况区域作为警戒区域输出,将需要紧急着陆的区域作为紧急着陆区域输出。该警戒区域以及紧急着陆区域是由纬度、经度以及高度构成的三维区域。

[0036] 观测风况数据存储部125将由按位置的风况数据计算部122计算出的按位置的风况数据与观测时刻一起存储。由此,按每个观测时间(例如每1分钟)存储三维位置的风向以

及风速。

[0037] 近未来风况数据估计部126根据存储在观测风况数据存储单元125中的最近的规定期间的按位置的风况数据,估计到30分钟后的按位置的风向以及风速,输出由时刻、纬度、经度、风向、风速构成的估计风况数据。

[0038] 禁止进入区域计算部127参照在观测风况数据存储部125中存储的过去的按位置的风况数据,计算以规定比例以上的概率成为警戒区域的区域、以及发生了规定比例以上的阵风的区域作为禁止进入区域。另外,禁止进入区域计算部127也将根据各种情况而由操作终端4等被指定为禁止无人驾驶飞机6进入的区域的区域设为禁止进入区域。

[0039] 禁止进入区域存储部128将由禁止进入区域计算部127计算出的禁止进入区域作为禁止进入区域数据进行存储。该禁止进入区域数据是由纬度、经度以及高度构成的三维区域。

[0040] 禁止进入区域输出部129向无人驾驶飞机6发送禁止进入数据。

[0041] 无人驾驶飞机飞行状况管理部131从无人驾驶飞机6获取并管理由搬运物、目的地以及当前位置构成的飞行状况。

[0042] 操作终端4的控制部41作为搬运指示输入部141以及搬运指示输出部142发挥功能。搬运指示输入部141受理表示搬运物的内容的搬运物数据、表示该搬运物是否为紧急输血用血液等紧急性高的搬运物的紧急性数据、表示目的地的目的地数据、识别用于搬运的无人驾驶飞机6的无人驾驶飞机识别数据(ID)的输入。搬运指示输出部142对被输入的无人驾驶飞机识别数据的无人驾驶飞机6发送搬运物数据、紧急性数据以及目的地数据。

[0043] 无人驾驶飞机6的控制部71作为警戒区域数据获取部161、警戒区域经过判定部162、紧急着陆需要与否判定部163、路径重新计算部164、能够紧急着陆区域存储部165、搬运指示获取部166、路径计算部167、搬运数据存储部168、路径偏离判定部169、飞行状况输出部171、三维地图数据存储部172、禁止进入区域存储部173、飞行控制部174以及当前位置获取部175发挥功能。

[0044] 警戒区域数据获取部161获取由管理服务器2计算出的警戒区域数据。

[0045] 警戒区域经过判定部162判定警戒区域数据的警戒区域是否存在于搬运数据存储部168所存储的路径上。

[0046] 紧急着陆需要与否判定部163判定紧急着陆区域是否存在于搬运数据存储部168所存储的路径上。

[0047] 路径重新计算部164根据输入条件重新计算到目的地为止的路径。如果是由警戒区域经过判定部162判定为经过警戒区域的情况,则该路径重新计算部164重新计算不经过警戒区域而向目的地飞行的路径,如果是由紧急着陆需要与否判定部163判定为经过紧急着陆区域的情况,则重新计算以最短距离向最近的能够紧急着陆地点飞行的路径。另外,路径重新计算部164在由于某些原因而偏离飞行路径的情况下也进行到目的地为止的路径的重新计算。

[0048] 能够紧急着陆区域存储部165存储用于表示能够进行紧急着陆的区域的能够紧急着陆区域数据。该能够紧急着陆区域数据例如可以设为基于纬度、经度、高度的数据,或者可设为基于住所的数据等,可以设为表示能够紧急着陆区域的适当的数据。作为能够紧急着陆的区域,设定能够着陆的大厦的屋顶等适当的区域。

[0049] 搬运指示获取部166从操作终端4获取表示搬运物的内容的搬运物数据以及表示目的地的目的地数据。该搬运物数据中包含表示搬运物是否为紧急性高的搬运物的紧急性数据。

[0050] 路径计算部167基于存储在三维地图数据存储部172中的地图数据,计算到搬运指示获取部166获取的目的地为止的能够飞行的路径,并创建路径数据。该能够飞行的路径是三维的飞行路径,除了纬度、经度之外还包含高度。另外,该三维的飞行路径能够设为如下的形式:例如预先存储将由纬度、经度构成的二维的地图数据按高度以层状方式具备多个的三维地图数据,一边在适当的层(高度)上进行二维方向(水平方向)的移动,一边在适当的地点切换层(高度),在切换后的层(高度)中在二维方向(水平方向)移动。另外,三维的路径也可以设为将由能够飞行的纬度、经度、高度构成的三维区域作为三维地图数据存储,以连结三维上的地点的方式随时变更纬度、经度、高度的同时进行移动这样的形式。另外,通过将三维地图数据设为按层的多层结构,能够例如按高度确定飞行速度等,容易地进行作为整体的管理。该路径计算部167避开禁止进入区域和警戒区域(危险风况区域)计算到目的地为止的路径。另外,优选设为在目的地处于禁止进入区域或警戒区域内的情况下,仅该禁止进入区域或警戒区域不避开地进行路径设定,当禁止进入区域或警戒区域接近时,在离该处最近的紧急着地区域待机,在该禁止进入区域或警戒区域的风速成为规定的阈值以下时,闯入该区域向目的地飞行、或者作为不能投送地进行错误输出、拒绝作为目的地的结构等,设为进行适当的处理的结构。由此,能够防止如下情况:在禁止进入区域或警戒区域成为目的地的情况下,计算路径而开始了飞行但未到达最终目的地而在周围反复继续进行路径的重新计算。

[0051] 搬运数据存储部168存储搬运物数据、目的地数据、路径数据以及当前位置。其中,搬运物数据和目的地数据被存储最初被设置的数据,路径数据在每次由路径计算部167以及路径重新计算部164计算路径时被更新并存储,当前位置在每次由当前位置获取部175获取当前位置时被更新。

[0052] 路径偏离判定部169以纬度、经度、高度的三维来判定当前地数据是否存在于路径数据上。在偏离了路径的情况下,路径偏离判定部169将当前位置发送到路径重新计算部164。

[0053] 飞行状况输出部171将搬运物数据、目的地数据以及当前地发送到管理服务器2。由此,使得管理服务器2能够掌握全部的无人驾驶飞机6的飞行状况。

[0054] 三维地图数据存储部172存储三维地图数据。如上所述,该三维地图数据可以设为如下的适当的数据:使由上述的纬度经度构成的二维地图数据设为按层(高度)的多层构造的三维地图数据、或者设为能够以纬度、经度、高度的三维表示能够飞行的区域的三维地图数据等。

[0055] 禁止进入区域存储部173存储从管理服务器2接收到的禁止进入区域数据。

[0056] 飞行控制部174基于搬运数据存储部168存储的目的地数据和路径数据、以及当前位置获取部175获取的当前位置数据、从内部保有的方位传感器63(参照图1)获取的方位数据、以及从姿态传感器67获取的姿态数据,来向姿态控制部72(参照图1)发送飞行数据,以便沿着路径数据的路径飞行。该飞行数据由移动速度以及移动方向构成。接收到该飞行数据的姿态控制部72(参照图1)控制多个电机81(参照图1),进行向指定的速度以及方向的飞

行。

[0057] 当前位置获取部175通过GPS单元61(参照图1)以及高度传感器62(参照图1),获取表示当前位置(纬度、经度、高度)的当前位置数据。

[0058] 图3是表示管理服务器2的控制部21通过管理程序28执行的风况检测功能的功能框图。另外,图3所示的基于功能框的处理以由方向和距离确定的范围(range)为单位执行,对所有的范围反复执行。

[0059] 数据整理部231从反射光数据获取并整理光谱数据。即,如果反射光数据是有效的数据,则数据整理部231能够继续原样地进行处理而进行数据保存,在为欠缺测量数据比预先确定的规定量多的反射光数据、以及不存在数据的情况下,进行不将数据存储于频谱FIFO存储体(bank)、参数FIFO存储体、以及有效数据数FIFO存储体中的处理。

[0060] 另外,频谱FIFO存储体按照波束方向而存储NS个高度和频率的信息,不断追加新获取的数据,若超过NS个,则不断从旧的数据中进行删除。参数FIFO存储体按照波束方向分别存储NP个高度和峰值功率、高度和多普勒频移、高度和频谱宽度、以及高度和SQSUM的数据,不断追加新获取的数据,若超过NP个,则不断从旧的数据中进行删除。有效数据数FIFO存储体按照波束号码而存储过去获取的数据是否有效,如前一个、前两个那样从最近的数据开始依次存储是否有效,如果有新的数据则随时追加。

[0061] 另外,如果反射光数据的频谱数据没有问题,则数据整理部231使处理进入至有效参数数据计算部234,否则,使处理进入至噪声等级估计部232。

[0062] 噪声等级估计部232估计反射光数据的频谱数据中存在的噪声的等级(level)。该噪声等级的估计可以基于预先确定的规定值进行估计、或者将峰值数变为规定数以上多的区域估计为噪声等级等,通过适当的方法进行估计。

[0063] 平均频谱强度估计部233从所获取的反射光数据的频谱来估计平均频谱强度。该估计可以从过去的预先估计、或者从本次的数据获取频谱强度的平均值进行估计等,可以通过适当的方法进行估计。

[0064] 有效参数数据计算部234从反射光数据的频谱数据计算有效的参数。该参数可以是高度和峰值功率、高度和多普勒频移、高度和频谱宽度、以及高度和SQUS等适当的参数。这样计算出参数的有效参数数据计算部234向估计拟合初始值的拟合初始值估计部235转交处理。

[0065] 拟合初始值估计部235具有估计法决定部236、根据频谱的初始值估计部237(频谱初始值估计处理)、根据参数的初始值估计部238(参数初始值估计处理)、以及重新估计需要与否决定部239(重新拟合决定部)。

[0066] 估计法决定部236确定优选根据频谱和参数中的哪一个来确定初始值。具体而言,设为如果存储在频谱FIFO存储体中的前次的观测数据(或多个观测数据的平均数据)的频谱中的峰在预先设定的设定数以下(例如1个以下),则决定为从前次的观测数据的频谱来估计初始值,否则从前次的观测数据的参数来决定初始值。

[0067] 根据频谱的初始值估计部237根据过去的多个观测数据的平均数据的频谱来估计初始值。该初始值的估计将频谱直接作为初始值。这里,进行平均的过去的观测数据可以设为从最近起规定个,可以设为存储在频谱FIFO存储体中的全部观测数据。

[0068] 根据参数的初始值估计部238根据存储在参数FIFO存储体中的多个观测数据的参

数的平均值来估计初始值。根据该参数的初始值的估计,可以将从最近起的规定个的多次参数的各平均值设为初始值,可以设为参数FIFO存储体的全部数据的平均值。

[0069] 这样,通过根据频谱的初始值估计部237或根据参数的初始值估计部238从最近的观测数据估计初始值,能够利用大气的状况只要是相同位置(地点)则变化不大的事实来实现适当的分析。

[0070] 重新估计需要与否决定部239判定根据频谱的初始值估计部237或根据参数的初始值估计部238估计出的初始值是否适当,如果适当则直接采用,如果不适当则再次重新进行初始值的估计。具体而言,在根据参数估计出的初始值没有进入预先确定的容许范围内、或者根据频谱估计出的初始值中的峰值数没有进入预先确定的容许数内的情况下,使处理返回到估计法决定部236而重新进行。

[0071] 由此,例如,由于频谱的峰值数为设定值以下,所以通过根据参数的初始值估计部238估计出初始值,但在估计出的初始值不在预先确定的适当范围内的情况下、或在发生了欠缺测量数据的情况下等,能够再次重新进行估计,通过根据频谱的初始值估计部237估计初始值。这样,通过基于过去的观测数据设定尽可能理想的初始值,能够提高后面的拟合的精度。

[0072] 拟合执行部241(拟合处理部)利用所决定的初始值来执行拟合。该拟合通过现有的适当的拟合处理来进行即可,在该实施例中使用利用最小二乘法的高斯拟合。

[0073] 拟合结果研究部242研究拟合的结果是否适当,如果适当则接着推进处理,如果不适当则根据其内容,将处理返回到有效参数数据计算部234或拟合执行部241。

[0074] 结果的平滑部243(来自障碍物的峰值判定部、来自障碍物的峰值排除部)去除来自障碍物的峰值。由此,可得到没有障碍物引起的峰值的频谱。

[0075] 另外,结果的平滑部243还执行在以范围为单位观察的结果不适当的情况下进行修正的特异点修正处理。如果详细叙述,则由于相互接近的区域的大气进行同样的运动,所以在处于某个范围的相邻处的范围(或者规定范围的附近的范围)、即相邻的方向、相邻的距离、相邻的高度,没有那么大的变化。因此,对于从多普勒激光雷达5观察到的范围,一个相邻(前一个的距离或一个相邻的方向或一个高度)中的数据和另一个相邻(后一个的距离或另一个相邻的方向或另一个高度)中的数据尽管是接近的值,但在处于其间的范围的数据是远离的值的值的情况下,去除该范围的数据,进行变更为前一个距离的数据和后一个距离的数据的中间值的内插。在此,进行比较并内插的数据可以设为峰的值、或者风速等的风信息等,可以设为适当的数据。通过这样预先设为代入了内插值的状态的观测数据,能够削减由噪声等引起的不适当的数据,能够进行适当且高精度的分析。

[0076] 数据保存部244将截止了来自障碍物的峰值后的频谱作为观测数据追加到频谱FIFO存储体中,将由有效参数数据计算部234获取的参数追加到参数FIFO存储体中,将这些各数据的有效/无效追加到有效数据数FIFO存储体中,保存最新数据。另外,除了这些FIFO存储体之外,优选在适当的数据库中蓄积相同的数据(频谱以及参数)。由此,可以蓄积过去的观测数据,并且还可以参考从频谱FIFO存储体或参数FIFO存储体中被删除的过去的信息。

[0077] 另外,上述的重新估计需要与否决定部239作为显示系统的处理,通过杂波(Clutter)数据提取部245提取杂波数据。由此,可以提取由构造物、飞行物产生的杂波数

据。

[0078] 固定物体鉴别部246从由上述杂波数据提取部245提取的杂波中鉴别固定物体(障碍物)。即,由于杂波存在的位置是构造物或飞行物存在的位置,所以为了使利用者容易理解该位置,能够鉴别并显示固定物体。

[0079] 监视器输出部247将观测到的频谱数据等与由上述固定物体鉴别部246鉴别出的固定物体的位置一起在显示部24(参照图1)上进行监视器显示。由此,能够重叠显示风速等风状况和大厦等障碍物体的位置,利用者能够容易理解。

[0080] 根据该结构,管理服务器2能够高精度地检测气溶胶的多普勒频移,观测风况状况。并且,能够检测紊流、大厦风、以及阵风区域等危险风况,能够输出检测出的危险风况和与其位置相关的纬度、经度、紊流的强度、风向风速、以及警戒面积信息。具体而言,将风速超过预先设定的阈值的区域设为危险风况的区域。阈值被设定为至少风速5m/s以上等适当的值。

[0081] 另外,仅由1台多普勒激光雷达5观测的区域,能够得到各观测范围的纬度、经度、视线风信息,由2台以上的多普勒激光雷达5观测的区域,通过由各个多普勒激光雷达5观测的视线风矢量的合成,能够得到纬度、经度、风向风速信息。因此,仅由1台多普勒激光雷达5观测的区域中的所述阈值也可以设为比由2台以上的多普勒激光雷达5观测的区域中的所述阈值小的值等,可以根据是否能够得到风向信息而使阈值不同。

[0082] 这样的危险风况的检测优选按每分钟执行等的以分钟为单位来进行。

[0083] 图4是表示管理服务器2的控制部21以及无人驾驶飞机6的控制部71(参照图1)执行的动作的流程图。

[0084] 控制部21通过上述的风况检测功能始终检测风况,在没有检测到危险风况的期间(步骤S1:“否”),不进行警报发送(步骤S2),继续风况检测。

[0085] 当检测到危险风况时(步骤S1:“是”),控制部21将观测到的实时风况同化为高分辨率数值模型(步骤S3)。

[0086] 控制部21以米为数量级(1m²单位)的分辨率计算出近未来的风况(步骤S4)。另外,所谓近未来的风况,是指例如3分钟后、5分钟后、10分钟后、30分钟后、1小时后、或2小时后等预先设定的适当的将来时刻的预测风况。另外,在本实施例中,预测30分钟后的近未来的风况。

[0087] 控制部21根据实时状况和预测信息,向飞行中的无人驾驶飞机6发送警报(步骤S5)。即,控制部21将表示当前的危险风况的区域(纬度、经度、警戒面积)的当前危险风况区域数据、表示被预测为近未来成为危险风况的区域(纬度、经度、警戒面积)的近未来危险风况区域数据、以及促使注意的警报信号发送到各无人驾驶飞机6。

[0088] 警报信号优选例如随着风速变强而以低危险度、中危险度、高危险度的方式阶梯性地提高等,设为根据风速阶梯性地表示危险度的多个阶梯的警报信号。另外,接受该警报信号的无人驾驶飞机6优选根据自身的飞行能力设定只要是哪个阶梯的警报信号就如何动作。由此,例如如果无人驾驶飞机6为大型则低危险度的区域直接经过,如果无人驾驶飞机6为小型则在低危险度的区域也回避等,能够根据无人驾驶飞机6的飞行能力和风速状况来决定应对。另外,通过这样阶梯性地进行,可以将警戒区域为大范围的情况、或为龙卷风或阵风等极端风况的情况等设为高危险度,在该高危险度的情况下使附近的无人驾驶飞机6

紧急起飞等,可以执行与风况对应的应对。

[0089] 另外,作为发送对象,可以采用向所有的无人驾驶飞机6发送所有的上述当前危险风况区域以及近未来危险风况区域、或者仅对上述当前危险风况区域或者近未来危险风况区域存在于路径上的无人驾驶飞机6仅发送该无人驾驶飞机6的路径上的当前危险风况区域以及近未来危险风况区域等,可以设为适当的设定。

[0090] 无人驾驶飞机6的控制部71,如果当前位置没有进入到接收到的区域内(步骤S6:“否”),保持原样继续飞行(步骤S11)。

[0091] 如果当前位置进入到接收到的区域内(步骤S6:“是”),则控制部71确认正在搬运的货物是否有急救性(步骤S7)。

[0092] 如果是正在运送没有急救性的货物的情况(步骤S7:“否”),控制部71参照能够紧急着陆区域存储部165(参照图2),在最接近当前位置的能够紧急着陆区域进行着陆(步骤S8)。

[0093] 如果是正在运送具有急救性的货物的情况(步骤S7:“是”),由于需要紧急运送,因此控制部71判定是否需要路径重新设定(步骤S9)。该路径重新设定的必要性的判断,如果在路径上存在当前危险风况区域或近未来危险风况区域,则判断为需要重新设定,如果在路径上不存在当前危险风况区域以及近未来危险风况区域,则判断为需要重新设定。

[0094] 如果不需要路径重新设定(步骤S9:“否”),则控制部71通报位置信息,允许基于管理者的继续飞行(步骤S10)。因此,此时,控制部71继续飞行。

[0095] 如果需要路径重新设定(步骤S9:“是”),控制部71继续飞行(步骤S11)。此时,控制部71通过路径重新计算部164(参照图2)进行路径重新设定,在重新设定的路径上继续飞行。

[0096] 通过以上的结构以及动作,不需要人的操纵,并且能够考虑风的影响而使无人驾驶飞机6飞行。即,当在路径上存在危险风况区域(当前危险风况区域以及近未来危险风况区域)时,能够重新计算路径进行回避,或者紧急着陆而待机直到危险风况消除为止。

[0097] 另外,通过预先确定紧急着陆区域,在基于风的警戒区域为大范围的情况下、或者在龙卷风或阵风等极端风况的情况下进行紧急着陆指示,从而待机至危险风况消除为止,能够在消除后重新出发。

[0098] 此外,在无人驾驶飞机6正在搬运的搬运物为紧急输血用血液等紧急性高的物品的情况下,即使有紧急着陆指示也不会紧急着陆,因此能够重新计算路径而可靠且快速地将紧急性高的搬运物送达。此时,由于正在搬运紧急性低的搬运物的无人驾驶飞机6处于紧急着陆,因此能够大幅度地减轻因风吹而与其他无人驾驶飞机6碰撞的风险,能够比较安全地飞行。

[0099] 另外,通过将过去成为危险风况的情况较多的区域预先确定为禁止进入区域并从路径中去掉,能够削减进行路径的重新计算或紧急着陆的次数,能够进行稳定的飞行。

[0100] 另外,由于估计近未来的风况,避开成为警戒区域的预测警戒区域进行路径计算,所以能够减少正在飞行的位置成为警戒区域的状况。

[0101] 另外,本发明的飞行路径计算系统对应于实施方式的无人驾驶飞机飞行管理系统1,以下同样地,

[0102] 计算机对应于无人驾驶飞机6,

- [0103] 飞行路径计算程序对应于飞行程序77，
- [0104] 风况数据获取部对应于激光雷达数据获取部121，
- [0105] 警戒区域计算部对应于危险风况区域判定部123，
- [0106] 紧急着陆指示部对应于警戒区域数据输出部124，
- [0107] 风况估计部对应于近未来风况估计部126，
- [0108] 禁止进入区域计算单元对应于禁止进入区域计算部127，
- [0109] 警戒区域获取部对应于警戒区域数据获取部161，
- [0110] 紧急性判定部对应于紧急着陆需要与否判定部163，
- [0111] 三维路径重新计算部对应于路径重新计算部164，
- [0112] 能够紧急着陆区域存储部对应于能够紧急着陆区域存储部165，
- [0113] 目的地获取部对应于搬运指示获取部166，
- [0114] 三维路径计算部对应于路径计算部167，
- [0115] 搬运物紧急性数据存储部对应于搬运数据存储部168，
- [0116] 三维地图数据存储部对应于三维地图数据存储部172，
- [0117] 当前位置获取部对应于当前位置获取部175，但本发明不限于此，也可以设为其他各种实施方式。
- [0118] 例如，管理服务器2设为全部进行风况的检测、未来风况的预测、无人驾驶飞机6的飞行管理的结构，但也可以分别与进行风况的检测的风况检测服务器、进行近未来风况的预测的风况预测服务器、进行无人驾驶飞机6的飞行管理的飞行管理服务器分离来构成。
- [0119] 工业上的可利用性
- [0120] 本发明能够用于利用无人驾驶飞机的各种产业。
- [0121] 标号说明
- [0122] 1…无人驾驶飞机飞行管理系统
- [0123] 6…无人驾驶飞机
- [0124] 77…飞行程序
- [0125] 121…激光雷达数据获取部
- [0126] 123…危险风况区域判定部
- [0127] 124…警戒区域数据输出部
- [0128] 126…近未来风况估计部
- [0129] 127…禁止进入区域计算部
- [0130] 161…警戒区域数据获取部
- [0131] 163…紧急着陆需要与否判定部
- [0132] 164…路径重新计算部
- [0133] 165…能够紧急着陆区域存储部
- [0134] 166…搬运指示获取部
- [0135] 167…路径计算部
- [0136] 168…搬运数据存储部
- [0137] 172…三维地图数据存储部
- [0138] 175…当前位置获取部

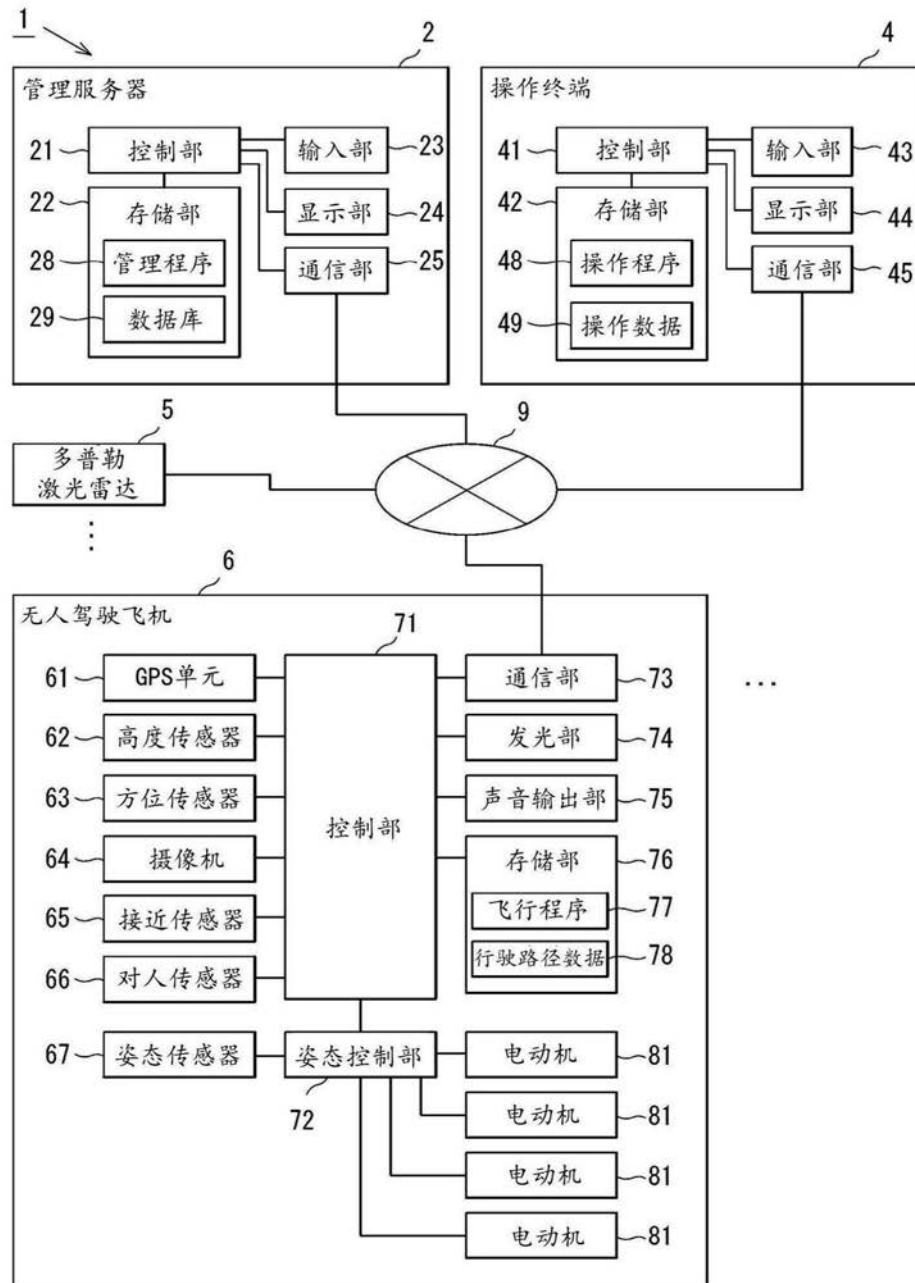


图1

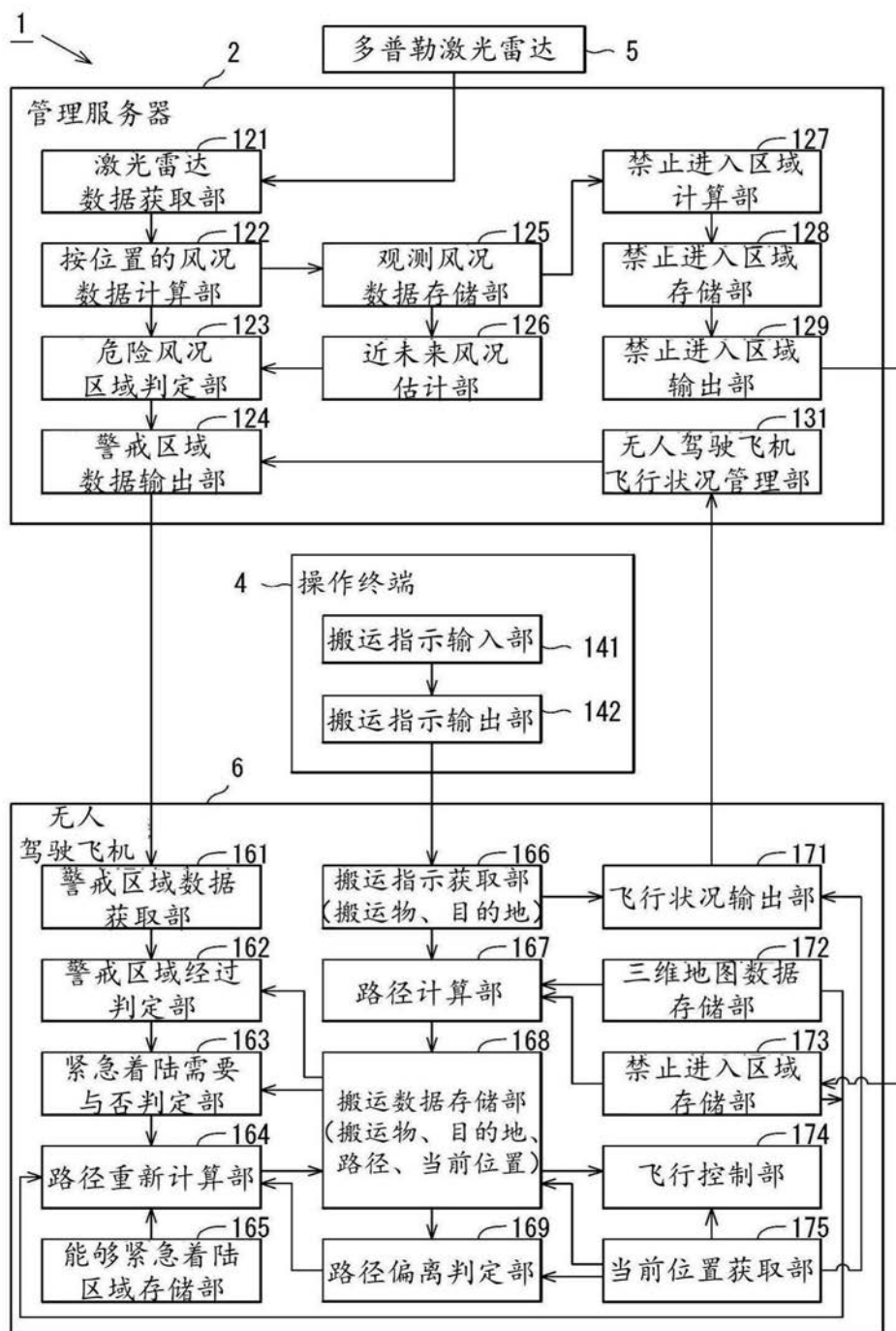


图2

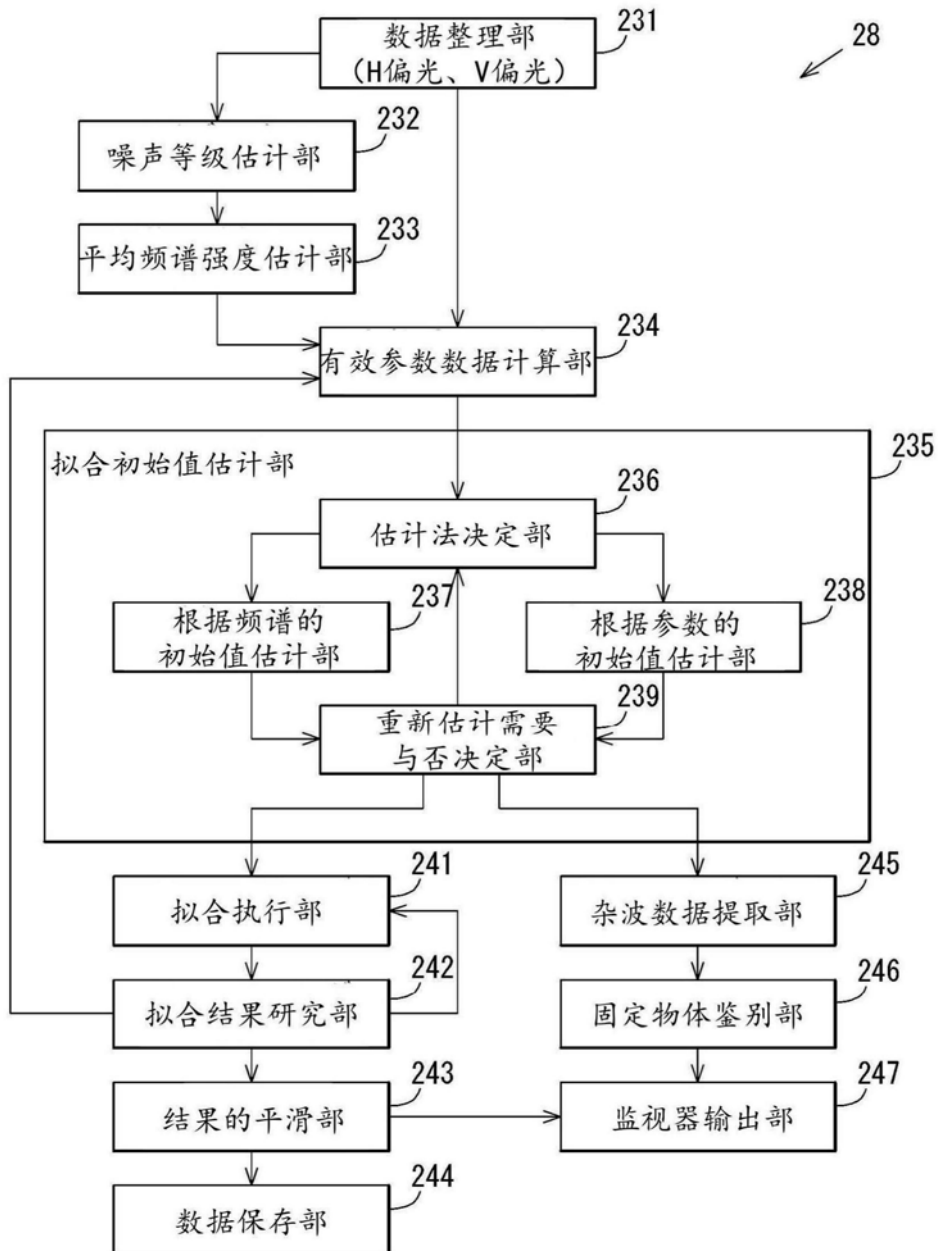


图3

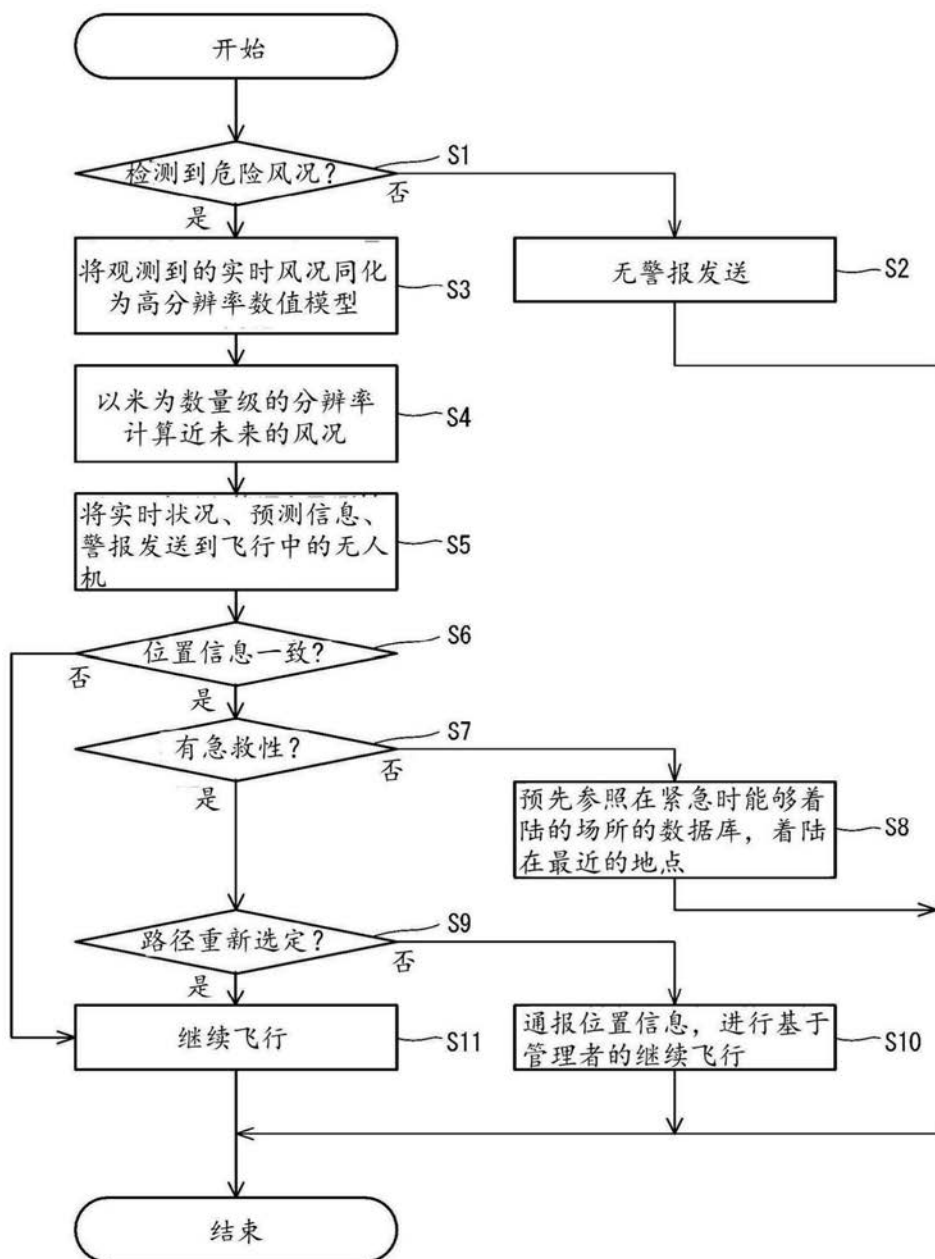


图4