



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107463185 A

(43)申请公布日 2017. 12. 12

(21)申请号 201710663205.1

H04N 7/18(2006.01)

(22)申请日 2016.02.22

B64C 39/02(2006.01)

(62)分案原申请数据

201610097746.8 2016.02.22

(71)申请人 蒋春花

地址 213000 江苏省常州市新北区辽河路  
常州工学院

(72)发明人 不公告发明人

(51)Int. Cl.

G05D 1/12(2006.01)

G05D 1/08(2006.01)

G05D 1/04(2006.01)

G05D 1/02(2006.01)

G01N 15/06(2006.01)

G01N 33/00(2006.01)

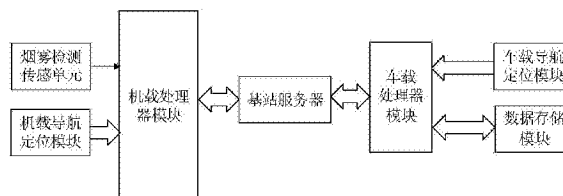
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

基于无人机的烟雾远程探测系统及其工作方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于无人机的烟雾远程探测系统及其工作方法。该系统包括：适于探测烟雾的无人机，以及与所述无人机无线通讯的基站服务器，本发明所涉及的烟雾远程探测系统及其探测方法能够对污染源的方向进行初判，然后再进行精确定位，以准确锁定烟雾发生地区的地理位置，具有判断准确，定位精度高的优点；并且还通过航拍装置能够查看烟雾发生地区的具体情况，便于基站服务器的工作人员委派车辆，进行执法或采取相应措施(如救援、灭火等措施)，还可以根据委派的车型转弯半径数据指定相应导航路径，以保证相应工作人员能够快速到达现场。



1. 一种烟雾远程探测系统的工作方法,其特征在于,包括:适于探测烟雾的无人机,以及与所述无人机无线通讯的基站服务器;

所述无人机包括:机载处理器模块,与该机载处理器模块相连的烟雾检测传感单元、机载导航定位模块;

所述的工作方法,包括:当所述无人机在飞行过程中检测到烟雾时,所述机载处理器模块根据机载导航定位模块对飞机当前所在地进行定位,并将定位数据发送至基站服务器;所述机载处理器模块还适于根据基站服务器发送的该地区的风向数据,确定烟雾发生地区的方向。

2. 根据权利要求1所述的工作方法,其特征在于,当无人机检测到烟雾后,所述机载处理器模块控制无人机绕烟雾区域盘旋,以锁定当前烟雾区域;

并在锁定烟雾区域后,无人机进入烟雾区,且向下俯冲,同时调整飞行姿态使无人机始终在烟雾带中飞近烟雾发生地区,对烟雾发生地区进行锁定,并把烟雾发生地区的精确位置发送给基站服务器。

3. 根据权利要求2所述的工作方法,其特征在于,所述无人机还带有航拍装置,且将航拍视频发送至基站服务器;

所述烟雾远程探测系统还包括:与基站服务器无线通讯的车载导航系统;

所述车载导航系统适于根据无人机发送的烟雾发生地区的精确位置作为目标位置引导车辆驶入该地区;

所述车载导航系统包括:车载处理器模块,与该车载处理器模块相连的车载导航定位模块、数据存储模块;

所述数据存储模块存储有地图数据、车型转弯半径数据;

所述车载处理器模块适于根据车辆当前地点和目标位置,以及结合当前车辆的转弯半径数据规划导航路径。

4. 根据权利要求3所述的工作方法,其特征在于,所述车载处理器模块适于预先计算出车辆当前地点和目标位置之间的若干条初步规划导航路径;

并在各初步规划导航路径中查找相应弯道路段,且根据本车型所对应的转弯半径数据筛选各弯道路段,即获得适合本车型的弯道路段所对应的规划导航路径;

从车型转弯半径数据中获取本车型所对应的最小转弯半径 $r$ ;

所述处理器适于将最小转弯半径 $r$ 与各弯道路段的弯道半径 $R$ 相比较,筛选出弯道半径 $R$ 大于等于最小转弯半径 $r$ 的弯道路段,并根据各筛选后的弯道路段及车辆当前地点和目标位置重新规划导航路径。

## 基于无人机的烟雾远程探测系统及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种无人机,具体涉及一种基于自主导航无人机的烟雾远程探测系统及其探测方法。

### 背景技术

[0002] 传统的烟雾远程探测系统往往只能静态探测某一区域的空气污染程度,无法实现多地区测量,并且传统的烟雾远程探测系统无法对污染源进行精确定位。

[0003] 因此,为了解决上述技术问题,本发明提供了一种基于自主导航无人机的烟雾远程探测系统及其探测方法。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于自主导航无人机的烟雾远程探测系统及其探测方法,通过运用无人机实现对污染源进行探测、监控。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种烟雾远程探测系统,包括:适于探测烟雾的无人机,以及与所述无人机无线通讯的基站服务器。

[0006] 进一步,所述无人机包括:机载处理器模块,与该机载处理器模块相连的烟雾检测传感单元、机载导航定位模块;当所述无人机在飞行过程中检测到烟雾时,所述机载处理器模块根据机载导航定位模块对飞机当前所在地进行定位,并将定位数据发送至基站服务器。

[0007] 进一步,所述机载处理器模块还适于根据基站服务器发送的该地区的风向数据,确定烟雾发生地区的方向。

[0008] 进一步,当无人机检测到烟雾后,所述机载处理器模块控制无人机绕烟雾区域盘旋,以锁定当前烟雾区域;并在锁定烟雾区域后,无人机进入烟雾区,且向下俯冲,同时调整飞行姿态使无人机始终在烟雾带中飞近烟雾发生地区,即当无人机在俯冲过程中,若烟雾检测传感单元检测到无人机脱离烟雾带时,修正飞行姿态,以使无人机保持在烟雾带中,逐渐飞近烟雾发生地区,当无人机到达一定高度后,对烟雾发生地区进行锁定,并把烟雾发生地区的精确位置发送给基站服务器。

[0009] 进一步,所述无人机还带有航拍装置,且将航拍视频发送至基站服务器;所述烟雾远程探测系统还包括:与基站服务器无线通信的车载导航系统;所述车载导航系统适于根据无人机发送的烟雾发生地区的精确位置作为目标位置引导车辆驶入该地区;所述车载导航系统包括:车载处理器模块,与该车载处理器模块相连的车载导航定位模块、数据存储模块;所述数据存储模块存储有地图数据、车型转弯半径数据;所述车载处理器模块适于根据车辆当前地点和目标位置,以及结合当前车辆的转弯半径数据规划导航路径。

[0010] 进一步,所述车载处理器模块适于预先计算出车辆当前地点和目标位置之间的若干条初步规划导航路径;并在各初步规划导航路径中查找相应弯道路段,且根据本车型所对应的转弯半径数据筛选各弯道路段,即获得适合本车型的弯道路段所对应的规划导航路

径。

[0011] 进一步,从车型转弯半径数据中获取本车型所对应的最小转弯半径 $r$ ;所述处理器适于将最小转弯半径 $r$ 与各弯道路段的弯道半径 $R$ 相比较,筛选出弯道半径 $R$ 大于等于最小转弯半径 $r$ 的弯道路段,并根据各筛选后的弯道路段及车辆当前地点和目标位置重新规划导航路径。

[0012] 进一步,所述车载处理器模块还适于将获得的弯道路段的实时路况进行分级,即分为畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别,且将四种级别作为相应的权重对弯道半径 $R$ 进行修正;即 $R_1=R*(1-kx)$ ;式中, $R_1$ 为修正后的弯道半径, $k$ 为权重系数,以分别表示畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别, $x$ 为弯道修正系数,取 $0<x<1$ 。

[0013] 进一步,所述车载处理器模块还与车后轮转向系统相连;当车辆在进入弯道后,车载处理器模块根据从地图上获得的该弯道路段及结合当前车速,在前轮转向的基础上,自动调整后轮的转向角度,即车辆在转向时,实现后轮前束。

[0014] 又一方面,为了解决上述同样的技术问题,本发明还提供了一种烟雾远程探测方法,通过无人机探测烟雾区域,并将探测数据发送至基站服务器。

[0015] 进一步,所述无人机包括:机载处理器模块,与该机载处理器模块相连的烟雾检测传感单元、机载导航定位模块;当所述无人机在飞行过程中检测到烟雾时,所述机载处理器模块根据机载导航定位模块对飞机当前所在地进行定位,并将定位数据发送至基站服务器;

所述机载处理器模块还适于根据基站服务器发送的该地区的风向数据,确定烟雾发生地区的方向;当无人机检测到烟雾时,所述机载处理器模块控制无人机绕烟雾区域盘旋,逐渐缩小盘旋范围,以锁定当前烟雾区域,并在锁定烟雾区域后,无人机进入烟雾区,且向下俯冲,同时调整飞行姿态使无人机始终在烟雾带中飞近烟雾发生地区,即当无人机在俯冲过程中,若烟雾检测传感单元检测到无人机脱离烟雾带时,修正飞行姿态,以使无人机保持在烟雾带中,逐渐飞近烟雾发生地区,当无人机到达一定高度后,对烟雾发生地区进行锁定,并把烟雾发生地区的精确位置发送给基站服务器。

[0016] 进一步,所述无人机还带有航拍装置,且将航拍视频发送至基站服务器;以及所述烟雾远程探测系统还包括:与基站服务器无线通信的车载导航系统;

所述车载导航系统适于根据无人机发送的烟雾发生地区的精确位置作为目标位置引导车辆驶入该地区;所述车载导航系统包括:车载处理器模块,与该车载处理器模块相连的车载导航定位模块、数据存储模块;所述数据存储模块存储有地图数据、车型转弯半径数据;

所述车载处理器模块适于根据车辆当前地点和目标位置,以及结合当前车辆的转弯半径数据规划导航路径;所述车载处理器模块适于预先计算出车辆当前地点和目标位置之间的若干条初步规划导航路径;并在各初步规划导航路径中查找相应弯道路段,且根据本车型所对应的转弯半径数据筛选各弯道路段,即获得适合本车型的弯道路段所对应的规划导航路径;

从车型转弯半径数据中获取本车型所对应的最小转弯半径 $r$ ;

所述处理器适于将最小转弯半径 $r$ 与各弯道路段的弯道半径 $R$ 相比较,筛选出弯道半径 $R$ 大于等于最小转弯半径 $r$ 的弯道路段,并根据各筛选后的弯道路段及车辆当前地点和目标

位置重新规划导航路径；

所述车载处理器模块还适于将获得的弯道路段的实时路况进行分级，即分为畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别，且将四种级别作为相应的权重对弯道半径R进行修正；即 $R_1=R*(1-kx)$ ；

式中， $R_1$ 为修正后的弯道半径，k为权重系数，以分别表示畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别，x为弯道修正系数，取 $0 < x < 1$ ；

所述车载处理器模块还与车后轮转向系统相连；

当车辆在进入弯道后，车载处理器模块根据从地图上获得的该弯道路段及结合当前车速，在前轮转向的基础上，自动调整后轮的转向角度，即车辆在转向时，实现后轮前束。

[0017] 本发明的有益效果是：本发明所涉及的烟雾远程探测系统及其探测方法能够对污染源的方向进行初判，然后再进行精确定位，以准确锁定烟雾发生地区的地理位置，具有判断准确，定位精度高的优点；并且还通过航拍装置能够查看烟雾发生地区的具体情况，便于基站服务器的工作人员委派车辆，进行执法或采取相应措施（如救援、灭火等措施），还可以根据委派的车型转弯半径数据指定相应导航路径，以保证相应工作人员能够快速到达现场。

## 附图说明

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0019] 图1为本发明的烟雾远程探测系统的原理框图；

图2为无人机绕烟雾区域盘旋轨迹；

图3为无人机在烟雾带内的俯冲轨迹；

图4为模拟的城市道路路径。

[0020] 图中：无人机1、烟雾区域2、烟雾带3、烟雾发生地区4。

## 具体实施方式

[0021] 现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。这些附图均为简化的示意图，仅以示意方式说明本发明的基本结构，因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0022] 实施例1

如图1所示，实施例1提供了一种烟雾远程探测系统，包括：适于探测烟雾的无人机，以及与所述无人机无线通讯的基站服务器。

[0023] 所述无人机包括：机载处理器模块，与该机载处理器模块相连的烟雾检测传感单元、机载导航定位模块；当所述无人机在飞行过程中检测到烟雾时，所述机载处理器模块根据机载导航定位模块对飞机当前所在地进行定位，并将定位数据发送至基站服务器。

[0024] 其中，无人机与基站服务器可以采用2G、3G或4G无线网络，或GPRS无线通讯方式进行无线通讯，机载处理器模块可以通过多种已知无线手段（如无线射频）进行连接。无人机与基站服务器之间还可经卫星通讯系统进行无线通讯。

[0025] 其中，烟雾检测传感单元包括且不限于PM2.5检测传感器、PM10检测传感器、烟雾传感器等。

[0026] 所述机载处理器模块还适于根据基站服务器发送的该地区的风向数据，确定烟雾

发生地区的方向。

[0027] 其中,飞机的高度数据可以通过气压法或GPS法来获得。

[0028] 如图2和图3所示,当无人机检测到烟雾时,所述机载处理器模块控制无人机绕烟雾区域盘旋(逐渐缩小盘旋范围)以锁定当前烟雾区域,并在锁定烟雾区域后,无人机进入烟雾区,且向下俯冲,同时调整飞行姿态使无人机始终在烟雾带中飞近烟雾发生地区,即当无人机在俯冲过程中,若烟雾检测传感单元检测到无人机脱离烟雾带时,修正飞行姿态,以使无人机保持在烟雾带中(具体实施时,可通过采用拍摄的视频、图片以及烟雾传感器来实时判断),逐渐飞近烟雾发生地区,当无人机到达一定高度后,对烟雾发生地区进行锁定,并把烟雾发生地区的精确位置发送给基站服务器。

[0029] 所述飞行姿态的调整可以通过与机载处理器模块相连的陀螺仪来实现。

[0030] 其中,锁定的方法可以采用机载热传感器对目标进行锁定,或者通过航拍装置人工锁定,也可以采用图像处理(或通过人工远程对视频、图片的实时观察)对目标进行自行锁定;获得烟雾发生地区的精确位置的方法包括且不限于:当无人机锁定烟雾发生地区(建筑物、工地等场所)后,飞至烟雾发生地区正上空,记录当前无人机的位置作为所述烟雾发生地区的精确位置发送给基站服务器。

[0031] 通过无人机在烟雾带接近烟雾发生地区的方法来获得烟雾发生地区的精确位置,有效的避免在雾霾发生时,无人机在高空无法准确定位烟雾发生地区的问题。

[0032] 所述无人机还带有航拍装置,且将航拍视频发送至基站服务器;所述烟雾远程探测系统还包括:与基站服务器无线通信的车载导航系统;所述车载导航系统适于根据无人机发送的烟雾发生地区的精确位置作为目标位置引导车辆驶入该地区;所述车载导航系统包括:车载处理器模块,与该车载处理器模块相连的车载导航定位模块、数据存储模块;所述数据存储模块存储有地图数据、车型转弯半径数据;所述车载处理器模块适于根据车辆当前地点和目标位置,以及结合当前车辆的转弯半径数据规划导航路径。

[0033] 通过所述航拍装置,在基站服务器的工作人员可以清楚的查看烟雾发生的原因,或是工厂污染,或是火灾,或是焚烧垃圾,以便于委派相应的车辆进行处理,例如消防车、救护车、或相应执法车辆。

[0034] 通过所述车载导航系统能够快速将委派车辆驶至现场。

[0035] 所述机载、车载处理器模块例如采用嵌入式芯片,所述车载处理器模块还与触摸屏相连,以便于进行相应输入操作和显示。

[0036] 具体的,所述车型转弯半径数据包括但不限于各种类型车辆的长、宽,轴距,车辆转弯半径等数据;所述处理器可以通过人际交互界面输入车型,并且从车型转弯半径数据中查找与该车型相匹配的转弯半径数据,并将该转弯半径数据作为导航规划导航路径的重要依据。

[0037] 各种类型车辆中:中型车8.00~12.00、普通消防车9.00、大型消防车12.00、登高消防车12.00、一些特种消防车辆16.00~20.00,单位:米。

[0038] 所述车载处理器模块适于预先计算出车辆当前地点和目标位置之间的若干条初步规划导航路径;并在各初步规划导航路径中查找相应弯道路段,且根据本车型所对应的转弯半径数据筛选各弯道路段,即获得适合本车型的弯道路段所对应的规划导航路径,该规划导航路径可以为一条或若干条,以供驾驶员进行选择。

[0039] 图4为模拟的城市道路路径,A为车辆当前地点、B为目标地点、其余各点分别表示城市中各转弯路段。

[0040] 设定车辆当前地点A到目标地点B的路径有:ACDFEB、AKJIHGB、ACDFIHGB,若转弯路段H的转弯半径较小,为6m,若选择当前车辆为某一中型车辆,最小转弯半径r为8m,则转弯路段H的转弯半径小于8m,故本导航系统在ACDFEB、AKJIHGB、ACDFIHGB三个路径中剔除与转弯路段H有关的相应规划导航路径,因此选择ACDFEB到达目的地B。

[0041] 并且,可选的,所述处理器还适于选定满足车型转弯要求的各弯道路段,且根据车辆当前地点和目标位置,以用时最少或路程最短为条件,并根据上述各弯道路段重新规划导航路径,以获得最优规划导航路径。

[0042] 通过从车型转弯半径数据中选定当前车辆的车型,即获得本车型所对应的车辆长、宽、轴距,最小转弯半径r。

[0043] 所述处理器适于将最小转弯半径r与各弯道路段的弯道半径R相比较,筛选出弯道半径R大于等于最小转弯半径r的弯道路段,并根据各筛选后的弯道路段及车辆当前地点和目标位置重新规划导航路径。

[0044] 所述车载处理器模块还适于将获得的弯道路段的实时路况进行分级,即分为畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别,且将四种级别作为相应的权重对弯道半径R进行修正;即 $R_1 = R * (1 - kx)$ ;式中, $R_1$ 为修正后的弯道半径,k为权重系数,以分别表示畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别,x为弯道修正系数,取 $0 < x < 1$ 。

[0045] 其中,所述权重系数k的取值例如取0、1、2、3以分别与畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别相对应,弯道修正系数x的取值可以根据经验值来获得,例如取0.1。比如弯道半径R为50m,在畅通时, $R_1 = 50m$ ;在缓行时, $R_1 = 45m$ ;在拥挤时, $R_1 = 40m$ ;在拥堵时, $R_1 = 35m$ ;即,在路径规划时,本导航系统还适于根据实时路况,调整对转弯半径进行修正,以满足车辆转弯要求,进而实现对路径重新规划。

[0046] 还是以图4为例,若设定车辆当前地点A到目标地点B的路径有:ACDFEB、AKJIHGB、ACDFIHGB,若转弯路段H不满足当前车辆转弯半径要求,以及由于D路段发生拥堵,造成转弯半径修正后也无法车辆转弯半径要求,则本导航系统重新规划导航路径,即AKJIFEB,以满足车辆通行要求。

[0047] 其中,实时路况可以通过无线模块从道路监控服务器中获取。所述无线模块可以采用3G/4G模块。

[0048] 所述车载处理器模块还与车后轮转向系统相连;当车辆在进入弯道后,车载处理器模块根据从地图上获得的该弯道路段及结合当前车速,在前轮转向的基础上,自动调整后轮的转向角度,即实现车辆在转向时,后轮前束。

[0049] 实施例2

在实施例1基础上,本实施例2提供了一种烟雾远程探测方法,通过无人机探测烟雾区域,并将探测数据发送至基站服务器。

[0050] 所述无人机包括:机载处理器模块,与该机载处理器模块相连的烟雾检测传感单元、导航定位模块;

当所述无人机在飞行过程中检测到烟雾时,所述机载处理器模块根据导航定位模块对飞机当前所在地进行定位,并将定位数据发送至基站服务器;

所述机载处理器模块还适于根据基站服务器发送的该地区的风向数据,确定烟雾发生地区的方向;

当无人机检测到烟雾时,所述机载处理器模块控制无人机绕烟雾区域盘旋,逐渐缩小盘旋范围,以锁定当前烟雾区域,并在锁定烟雾区域后,无人机进入烟雾区,且向下俯冲,同时调整飞行姿态使无人机始终在烟雾带中飞近烟雾发生地区,即当无人机在俯冲过程中,若烟雾检测传感单元检测到无人机脱离烟雾带时,修正飞行姿态,以使无人机保持在烟雾带中,逐渐飞近烟雾发生地区,当无人机到达一定高度后,对烟雾发生地区进行锁定,并把烟雾发生地区的精确位置发送给基站服务器。

[0051] 优选的,所述无人机还带有航拍装置,且将航拍视频发送至基站服务器;以及所述烟雾远程探测系统还包括:与基站服务器无线通信的车载导航系统;所述车载导航系统适于根据无人机发送的烟雾发生地区的精确位置作为目标位置引导车辆驶入该地区;所述车载导航系统包括:车载处理器模块,与该车载处理器模块相连的车载导航定位模块、数据存储模块;所述数据存储模块存储有地图数据、车型转弯半径数据;所述工作方法包括:所述车载处理器模块适于根据车辆当前地点和目标位置,以及结合当前车辆的转弯半径数据规划导航路径。

[0052] 所述车载处理器模块适于预先计算出车辆当前地点和目标位置之间的若干条初步规划导航路径;并在各初步规划导航路径中查找相应弯道路段,且根据本车型所对应的转弯半径数据筛选各弯道路段,即获得适合本车型的弯道路段所对应的规划导航路径。

[0053] 从车型转弯半径数据中获取本车型所对应的最小转弯半径 $r$ ;所述处理器适于将最小转弯半径 $r$ 与各弯道路段的弯道半径 $R$ 相比较,筛选出弯道半径 $R$ 大于等于最小转弯半径 $r$ 的弯道路段,并根据各筛选后的弯道路段及车辆当前地点和目标位置重新规划导航路径。

[0054] 所述车载处理器模块还适于将获得的弯道路段的实时路况进行分级,即分为畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别,且将四种级别作为相应的权重对弯道半径 $R$ 进行修正;即 $R_1=R*(1-kx)$ ;式中, $R_1$ 为修正后的弯道半径, $k$ 为权重系数,以分别表示畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别, $x$ 为弯道修正系数,取 $0<x<1$ ;其中,所述权重系数 $k$ 的取值例如取0、1、2、3以分别与畅通、缓行、拥挤、拥堵四种级别相对应,弯道修正系数 $x$ 的取值可以根据经验值来获得,例如取0.1。

[0055] 具体的,当转弯路段比较拥挤时,显然对于大型车辆来说,转弯半径会受到影响,因此,在导航时,必须对此种路段进行预判,避免车辆进入该弯道后,出现转弯受阻。

[0056] 本发明通过 $R_1=R*(1-kx)$ 公式,有效的根据路况修正了弯道半径,使车辆能有效避免车辆驶入相应路段,造成拥堵。

[0057] 并且所述车载处理器模块还与车后轮转向系统相连;当车辆在进入弯道后,车载处理器模块根据从地图上获得的该弯道路段及结合当前车速,在前轮转向的基础上,自动调整后轮的转向角度,即车辆在转向时,实现后轮前束。

[0058] 以上述依据本发明的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关工作人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。



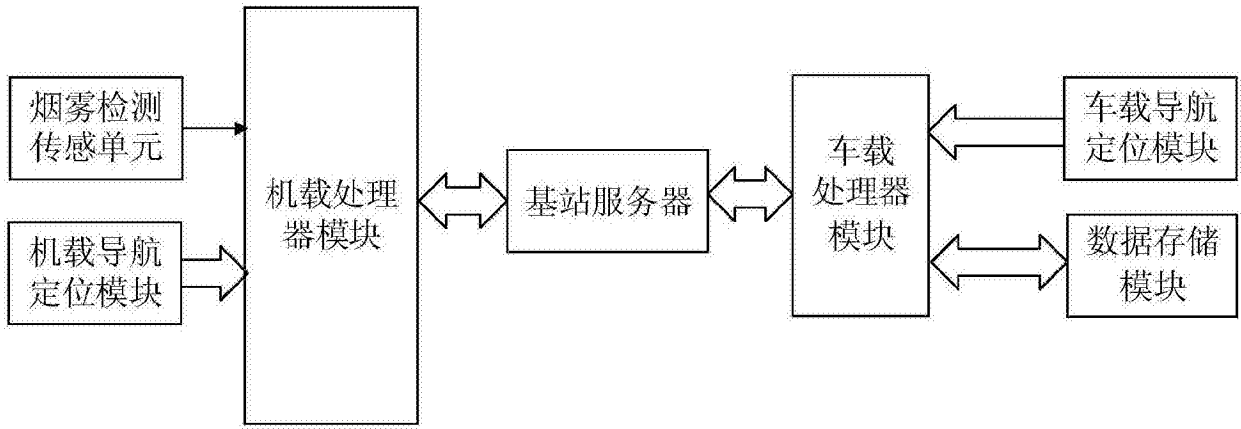


图1

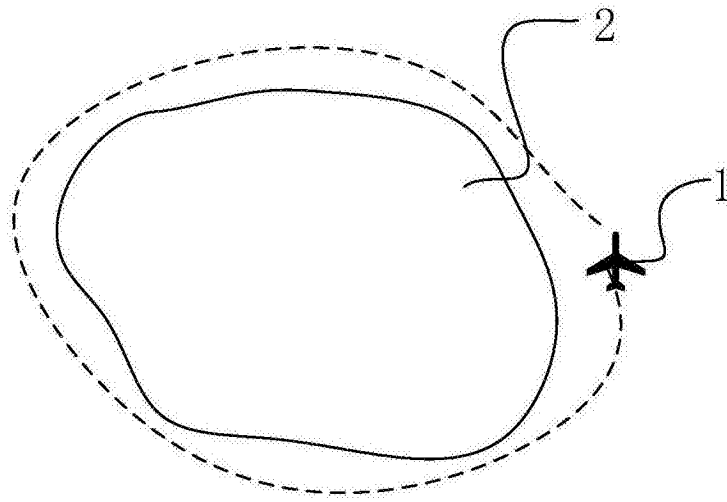


图2

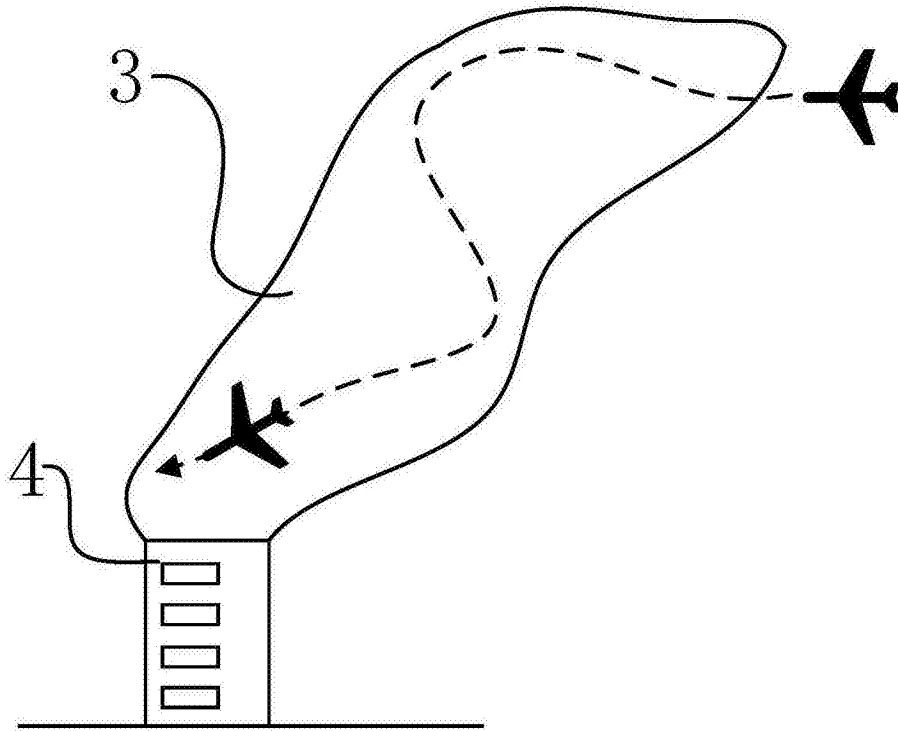


图3

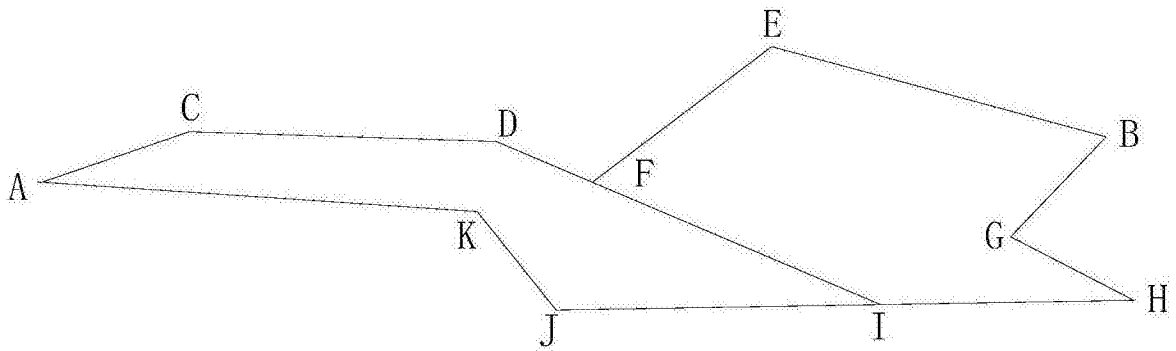


图4