



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115201812 B

(45) 授权公告日 2024.08.30

(21) 申请号 202210566789.1

G01S 13/86 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.24

G05B 19/418 (2006.01)

F41H 11/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115201812 A

(56) 对比文件

CN 114371726 A, 2022.04.19

CN 112763976 A, 2021.05.07

(43) 申请公布日 2022.10.18

(73) 专利权人 北京锐士装备科技有限公司

地址 100071 北京市丰台区总部基地十二区31号楼3层

审查员 陈楠

(72) 发明人 刘雄建 徐一凡 宋进平 葛冉

孙海涛 彭庆祥 李钰鑫 王小勇

(74) 专利代理机构 北京睿博行远知识产权代理

有限公司 11297

专利代理师 彭皎云

(51) Int. Cl.

G01S 13/88 (2006.01)

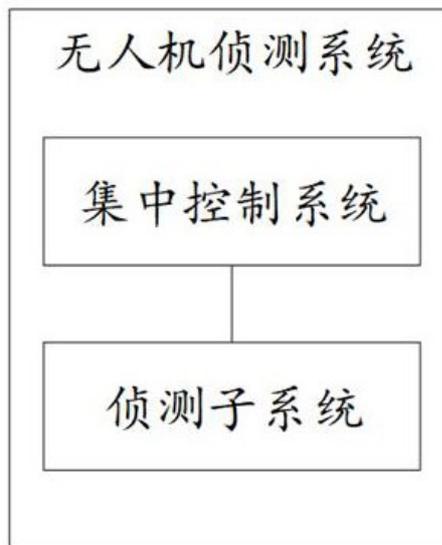
权利要求书5页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统

(57) 摘要

本发明提出了一种基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,包括集中控制系统和若干侦测子系统,集中控制系统用于将待侦测区域划分为若干个待侦测子区域,侦测子系统设置于待侦测子区域内的建筑上;侦测子系统包括无人机侦测单元、无人机管控单元和无人机服务单元;无人机侦测单元包括主动雷达探测模块,用于主动探测待侦测子区域内的待侦测无人机;无人机辅助侦测模块,用于对进入主动雷达探测模块的探测盲区中的待侦测无人机进行侦测。通过在城市建筑群中布置无人机侦测系统,根据建筑高度进行侦测子系统的分散布置以及联合作业,通过主动侦测和无人机辅助侦测的方式进行无人机侦测,能够有效地在城市复杂环境下,对无人机进行无死角的侦测。



1. 一种基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,其特征在于,包括集中控制系统和若干侦测子系统,所述集中控制系统用于根据待侦测区域内的建筑高度,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域,若干所述侦测子系统分别设置于若干所述待侦测子区域内的建筑上,若干所述侦测子系统分别与所述集中控制系统通信连接;所述侦测子系统包括:

无人机侦测单元,用于侦测所述待侦测子区域内的无人机;

无人机管控单元,用于对被侦测到的无人机进行预警、反制、驱离以及飞手定位;

无人机服务单元,用于为所述无人机侦测单元和无人机管控单元提供通信、供电以及故障检测服务;其中,

所述无人机侦测单元包括:

主动雷达探测模块,用于主动探测所述待侦测子区域内的待侦测无人机,并在所述待侦测无人机进入所述主动雷达探测模块的探测盲区时,进行反馈;

无人机辅助侦测模块,用于对进入所述主动雷达探测模块的探测盲区中的待侦测无人机进行侦测;

处理模块,用于实时的获取所述主动雷达探测模块的探测信息,并实时的绘制所述待侦测无人机的飞行轨迹,并根据飞行轨迹预测所述待侦测无人机是否会进入所述主动雷达探测模块的探测盲区,当预测所述待侦测无人机会进入所述主动雷达探测模块的探测盲区时,使所述无人机辅助侦测模块飞行至所述主动雷达探测模块的探测盲区,以使得所述无人机辅助侦测模块对所述待侦测无人机进行侦测;

所述集中控制系统包括:

建筑高度确定模块,用于在确定所述待侦测区域后,根据所述待侦测区域内的建筑高度建立建筑高度集合 H_0 ,设定 $H_0 [H_1, H_2, H_3, \dots, H_n]$,其中, H_1-H_n 分别为所述待侦测区域内的建筑高度;

区域划分模块,用于根据所述建筑高度集合 H_0 将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑后,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域;

所述区域划分模块还用于在根据所述建筑高度集合 H_0 将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑时,预先设定第一标准高度 Ha_1 、第二标准高度 Ha_2 和第三标准高度 Ha_3 ,且 $Ha_1 < Ha_2 < Ha_3$,根据所述建筑高度集合 H_0 中各个建筑的高度 H_i 与第一标准高度 Ha_1 、第二标准高度 Ha_2 和第三标准高度 Ha_3 之间的关系, $i=1, 2, 3, \dots, n$,将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑,具体为:

当 $Ha_1 \leq H_i < Ha_2$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为低层建筑;

当 $Ha_2 \leq H_i < Ha_3$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为中层建筑;

当 $Ha_3 \leq H_i$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为高层建筑;

所述区域划分模块还用于在将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑后,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域时,具体为:

确定所述待侦测区域的中心点,并判断所述中心点预设范围内是否存在低层建筑、中层建筑或高层建筑:

当存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑时,则在中心点处的建筑上设置一中心待侦测子区域,并根据所述中心点处的建筑的分类,设定所述中心待侦测子区域的侦测直径

R_0 ,并根据所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设置其他待侦测子区域;

当不存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑时,则确定待侦测区域内的建筑中的最高建筑,在所述最高建筑上设置初始待侦测子区域,设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} ,并根据所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设置其他待侦测子区域;

所述区域划分模块还用于在根据所述中心点处的建筑的分类,设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 时,预先设定第一预设侦测直径 R_{01} 、第二预设侦测直径 R_{02} 和第三预设侦测直径 R_{03} ,且 $R_{01} < R_{02} < R_{03}$,根据所述中心点处的建筑的分类设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 :

当所述中心点处的建筑为低层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第一预设侦测直径 R_{01} ;

当所述中心点处的建筑为中层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第二预设侦测直径 R_{02} ;

当所述中心点处的建筑为高层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第三预设侦测直径 R_{03} 。

2.根据权利要求1所述的基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,其特征在于,所述区域划分模块还用于设定修正系数矩阵 X 和预设建筑高度矩阵组 W ,对于所述修正系数矩阵 X ,设定 $X(X_1, X_2, X_3, X_4)$,其中, X_1 为第一预设修正系数, X_2 为第二预设修正系数, X_3 为第三预设修正系数, X_4 为第四预设修正系数,且 $1 < X_1 < X_2 < X_3 < X_4 < 1.2$;

对于所述预设建筑高度矩阵组 W ,设定 $W(W_1, W_2, W_3)$,其中, W_1 为预设低层建筑高度矩阵, W_2 为预设中层建筑高度矩阵, W_3 为预设高层建筑高度矩阵;

对于所述预设低层建筑高度矩阵 W_1 ,设定 $W_1(W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14})$,其中, W_{11} 为第一预设低层建筑高度, W_{12} 为第二预设低层建筑高度, W_{13} 为第三预设低层建筑高度, W_{14} 为第四预设低层建筑高度,且 $Ha_1 \leq W_{11} < W_{12} < W_{13} < W_{14} < Ha_2$;

对于所述预设中层建筑高度矩阵 W_2 ,设定 $W_2(W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{24})$,其中, W_{21} 为第一预设中层建筑高度, W_{22} 为第二预设中层建筑高度, W_{23} 为第三预设中层建筑高度, W_{24} 为第四预设中层建筑高度,且 $Ha_2 \leq W_{21} < W_{22} < W_{23} < W_{24} < Ha_3$;

对于所述预设高层建筑高度矩阵 W_3 ,设定 $W_3(W_{31}, W_{32}, W_{33}, W_{34})$,其中, W_{31} 为第一预设高层建筑高度, W_{32} 为第二预设高层建筑高度, W_{33} 为第三预设高层建筑高度, W_{34} 为第四预设高层建筑高度,且 $Ha_3 \leq W_{31} < W_{32} < W_{33} < W_{34}$;

所述区域划分模块还用于在根据所述中心点处的建筑的分类,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为第 i 预设侦测直径 R_{0i} 后, $i=1, 2, 3$,根据所述中心点处的建筑高度 H_n 与各预设建筑高度之间的关系,对设定的所述待侦测子区域的侦测直径进行修正:

当所述中心点处的建筑为低层建筑,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第一预设侦测直径 R_{01} 时:

若 $Ha_1 \leq H_n < W_{11}$,则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_1$;

若 $W_{11} \leq H_n < W_{12}$,则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_2$;

若 $W_{12} \leq H_n < W_{13}$,则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行

修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_3$;

若 $W_{13} \leq H_n < W_{14}$,则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_4$;

当所述中心点处的建筑为中层建筑,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第二预设侦测直径 R_{02} 时:

若 $H_{a2} \leq H_n < W_{21}$,则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_1$;

若 $W_{21} \leq H_n < W_{22}$,则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_2$;

若 $W_{22} \leq H_n < W_{23}$,则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_3$;

若 $W_{23} \leq H_n < W_{24}$,则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_4$;

当所述中心点处的建筑为高层建筑,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第三预设侦测直径 R_{03} 时:

若 $H_{a3} \leq H_n < W_{31}$,则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_1$;

若 $W_{31} \leq H_n < W_{32}$,则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_2$;

若 $W_{32} \leq H_n < W_{33}$,则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_3$;

若 $W_{33} \leq H_n < W_{34}$,则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_4$ 。

3. 根据权利要求2所述的基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,其特征在于,所述区域划分模块还用于在根据所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设置其他待侦测子区域时,确定所述中心待侦测子区域的边界线上是否存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑:

若存在,则在所述中心待侦测子区域边界线上的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,在所述中心待侦测子区域四周的设置完其他待侦测子区域后,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述中心待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_0$;

若不存在,则在所述中心待侦测子区域范围内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述中心待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_0$ 。

4. 根据权利要求1所述的基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,其特征在于,所述区域划分模块还用于在所述最高建筑上设置初始待侦测子区域,设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 时,确定所述最高建筑的高度 G_0 ,并设定第一预设建筑高度 G_1 、第二预

设建筑高度 G_2 、第三预设建筑高度 G_3 和第四预设建筑高度 G_4 ,且 $H_{a3} < G_1 < G_2 < G_3 < G_4$;设定第一预设直径 R_{g1} 、第二预设直径 R_{g2} 、第三预设直径 R_{g3} 和第四预设直径 R_{g4} ,且 $R_{g1} < R_{g2} < R_{g3} < R_{g4}$;根据所述最高建筑的高度 G_0 与各预设建筑高度之间的关系设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} :

当 $G_1 \leq G_0 < G_2$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第一预设直径 R_{g1} ;

当 $G_2 \leq G_0 < G_3$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第二预设直径 R_{g2} ;

当 $G_3 \leq G_0 < G_4$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第三预设直径 R_{g3} ;

当 $G_4 \leq G_0$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第四预设直径 R_{g4} ;

所述区域划分模块还用于在将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第 i 预设直径 R_{gi} 时, $i=1,2,3,4$,根据所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{gi} 设置其他待侦测子区域,具体为:

确定所述初始待侦测子区域的边界线上是否存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑:

若存在,则在所述初始待侦测子区域边界线上的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,在所述初始待侦测子区域四周的设置完其他待侦测子区域后,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述初始待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_{gi}$;

若不存在,则在所述初始待侦测子区域范围内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述初始待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_{gi}$ 。

5. 根据权利要求1所述的基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,其特征在于,所述区域划分模块还有在确定所述中心待侦测子区域和其他待侦测子区域,或者确定所述初始待侦测子区域和其他待侦测子区域后,根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域后,根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的建筑密度 D_0 确定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量,并且,所述侦测子系统设置于低层建筑、中层建筑或者高层建筑上。

6. 根据权利要求5所述的基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,其特征在于,所述区域划分模块还用于在根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的建筑密度 D_0 确定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量时,预先设定第一预设建筑密度 D_1 、第二预设建筑密度 D_2 、第三预设建筑密度 D_3 和第四预设建筑密度 D_4 ,且 $D_1 < D_2 < D_3 < D_4$;预先设定第一预设侦测子系统设置数量 P_1 、第二预设侦测子系统设置数量 P_2 、第三预设侦测子系统设置数量 P_3 和第四预设侦测子系统设置数量 P_4 ,且 $P_1 < P_2 < P_3 < P_4$;

根据所述建筑密度 D_0 与各预设建筑密度之间的关系设定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量:

当 $D_0 < D_1$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的

侦测子系统的设置数量设定为所述第一预设侦测子系统设置数量 P_1 ;

当 $D_1 \leq D_0 < D_2$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第二预设侦测子系统设置数量 P_2 ;

当 $D_2 \leq D_0 < D_3$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第三预设侦测子系统设置数量 P_3 ;

当 $D_3 \leq D_0 < D_4$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第四预设侦测子系统设置数量 P_4 ;

当选定第 i 预设侦测子系统设置数量 P_i 作为所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量后, $i=1,2,3,4$,则分别在所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一个所述侦测子系统。

基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机侦测技术领域,具体而言,涉及一种基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着无人机技术的飞速发展,无人机的制造成本和使用成本不断降低,使得民用无人机逐渐的普及。民用无人机的普及,也为人们带来了一系列的困扰,例如:通过无人机随意偷窥、窃取区域内的隐私信息,以及通过无人机投放危险物品等重大隐患。

[0003] 当前,无人机的侦测多采用主动雷达侦测、被动雷达侦测(辐射源定位)等方式,主动雷达侦测和视频处理侦测方式只能侦测无遮挡的空旷区域,必然会有盲区和死角,会造成漏报警;被动雷达侦测在民用频段复杂电磁环境下很难区分侵入信号与正常民用信号。

[0004] 在城市环境中,如何在高楼林立的复杂环境下对无人机进行侦测,以准确的侦测无人机的位置,并实现无人机侦测时能够进行全天候的无人机值守,成为当前急需解决的问题。

发明内容

[0005] 鉴于此,本发明提出了一种基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,如何以现有建筑物为载体进行无人机侦测系统的布置,从而实现在城市复杂环境下准确侦测并定位城市环境中的黑飞无人机,且还使无人机侦测系统能够进行全天候无人化值守。

[0006] 一个方面,本发明提出了一种基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,包括集中控制系统和若干侦测子系统,所述集中控制系统用于根据待侦测区域内的建筑高度,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域,若干所述侦测子系统分别设置于若干所述待侦测子区域内的建筑上,若干所述侦测子系统分别与所述集中控制系统通信连接;所述侦测子系统包括:

[0007] 无人机侦测单元,用于侦测所述待侦测子区域内的无人机;

[0008] 无人机管控单元,用于对被侦测到的无人机进行预警、反制、驱离以及飞手定位;

[0009] 无人机服务单元,用于为所述无人机侦测单元和无人机管控单元提供通信、供电以及故障检测服务;其中,

[0010] 所述无人机侦测单元包括:

[0011] 主动雷达探测模块,用于主动探测所述待侦测子区域内的待侦测无人机,并在所述待侦测无人机进入所述主动雷达探测模块的探测盲区时,进行反馈;

[0012] 无人机辅助侦测模块,用于对进入所述主动雷达探测模块的探测盲区中的待侦测无人机进行侦测;

[0013] 处理模块,用于实时的获取所述主动雷达探测模块的探测信息,并实时的绘制所述待侦测无人机的飞行轨迹,并根据飞行轨迹预测所述待侦测无人机是否会进入所述主动雷达探测模块的探测盲区,当预测所述待侦测无人机会进入所述主动雷达探测模块的探测

盲区时,使所述无人机辅助侦测模块飞行至所述主动雷达探测模块的探测盲区,以使得所述无人机辅助侦测模块对所述待侦测无人机进行侦测。

[0014] 进一步地,所述集中控制系统包括:

[0015] 建筑高度确定模块,用于在确定所述待侦测区域后,根据所述待侦测区域内的建筑高度建立建筑高度集合 H_0 ,设定 $H_0 [H_1, H_2, H_3, \dots, H_n]$,其中, $H_1 - H_n$ 分别为所述待侦测区域内的建筑高度;

[0016] 区域划分模块,用于根据所述建筑高度集合 H_0 将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑后,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域。

[0017] 进一步地,所述区域划分模块还用于在根据所述建筑高度集合 H_0 将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑时,预先设定第一标准高度 H_{a1} 、第二标准高度 H_{a2} 和第三标准高度 H_{a3} ,且 $H_{a1} < H_{a2} < H_{a3}$,根据所述建筑高度集合 H_0 中各个建筑的高度 H_i 与第一标准高度 H_{a1} 、第二标准高度 H_{a2} 和第三标准高度 H_{a3} 之间的关系, $i=1, 2, 3, \dots, n$,将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑,具体为:

[0018] 当 $H_{a1} \leq H_i < H_{a2}$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为低层建筑;

[0019] 当 $H_{a2} \leq H_i < H_{a3}$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为中层建筑;

[0020] 当 $H_{a3} \leq H_i$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为高层建筑。

[0021] 进一步地,所述区域划分模块还用于在将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑后,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域时,具体为:

[0022] 确定所述待侦测区域的中心点,并判断所述中心点预设范围内是否存在低层建筑、中层建筑或高层建筑:

[0023] 当存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑时,则在中心点处的建筑上设置一中心待侦测子区域,并根据所述中心点处的建筑的分类,设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 ,并根据所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设置其他待侦测子区域;

[0024] 当不存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑时,则确定待侦测区域内的高层建筑中的最高建筑,在所述最高建筑上设置初始待侦测子区域,设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} ,并根据所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设置其他待侦测子区域。

[0025] 进一步地,所述区域划分模块还用于在根据所述中心点处的建筑的分类,设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 时,预先设定第一预设侦测直径 R_{01} 、第二预设侦测直径 R_{02} 和第三预设侦测直径 R_{03} ,且 $R_{01} < R_{02} < R_{03}$,根据所述中心点处的建筑的分类设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 :

[0026] 当所述中心点处的建筑为低层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第一预设侦测直径 R_{01} ;

[0027] 当所述中心点处的建筑为中层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第二预设侦测直径 R_{02} ;

[0028] 当所述中心点处的建筑为高层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第三预设侦测直径 R_{03} 。

[0029] 进一步地,所述区域划分模块还用于设定修正系数矩阵 X 和预设建筑高度矩阵组 W ,对于所述修正系数矩阵 X ,设定 $X (X_1, X_2, X_3, X_4)$,其中, X_1 为第一预设修正系数, X_2 为第二预设修正系数, X_3 为第三预设修正系数, X_4 为第四预设修正系数,且 $1 < X_1 < X_2 < X_3 < X_4 <$

1.2;

[0030] 对于所述预设建筑高度矩阵 W , 设定 $W(W_1, W_2, W_3)$, 其中, W_1 为预设低层建筑高度矩阵, W_2 为预设中层建筑高度矩阵, W_3 为预设高层建筑高度矩阵;

[0031] 对于所述预设低层建筑高度矩阵 W_1 , 设定 $W_1(W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14})$, 其中, W_{11} 为第一预设低层建筑高度, W_{12} 为第二预设低层建筑高度, W_{13} 为第三预设低层建筑高度, W_{14} 为第四预设低层建筑高度, 且 $H_{a1} \leq W_{11} < W_{12} < W_{13} < W_{14} < H_{a2}$;

[0032] 对于所述预设中层建筑高度矩阵 W_2 , 设定 $W_2(W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{24})$, 其中, W_{21} 为第一预设中层建筑高度, W_{22} 为第二预设中层建筑高度, W_{23} 为第三预设中层建筑高度, W_{24} 为第四预设中层建筑高度, 且 $H_{a2} \leq W_{21} < W_{22} < W_{23} < W_{24} < H_{a3}$;

[0033] 对于所述预设高层建筑高度矩阵 W_3 , 设定 $W_3(W_{31}, W_{32}, W_{33}, W_{34})$, 其中, W_{31} 为第一预设高层建筑高度, W_{32} 为第二预设高层建筑高度, W_{33} 为第三预设高层建筑高度, W_{34} 为第四预设高层建筑高度, 且 $H_{a3} \leq W_{31} < W_{32} < W_{33} < W_{34}$;

[0034] 所述区域划分模块还用于在根据所述中心点处的建筑的分类, 将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为第 i 预设侦测直径 R_{0i} 后, $i=1, 2, 3$, 根据所述中心点处的建筑高度 H_n 与各预设建筑高度之间的关系, 对设定的所述待侦测子区域的侦测直径进行修正:

[0035] 当所述中心点处的建筑为低层建筑, 将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第一预设侦测直径 R_{01} 时:

[0036] 若 $H_{a1} \leq H_n < W_{11}$, 则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_1$;

[0037] 若 $W_{11} \leq H_n < W_{12}$, 则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_2$;

[0038] 若 $W_{12} \leq H_n < W_{13}$, 则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_3$;

[0039] 若 $W_{13} \leq H_n < W_{14}$, 则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_4$;

[0040] 当所述中心点处的建筑为中层建筑, 将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第二预设侦测直径 R_{02} 时:

[0041] 若 $H_{a2} \leq H_n < W_{21}$, 则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_1$;

[0042] 若 $W_{21} \leq H_n < W_{22}$, 则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_2$;

[0043] 若 $W_{22} \leq H_n < W_{23}$, 则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_3$;

[0044] 若 $W_{23} \leq H_n < W_{24}$, 则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_4$;

[0045] 当所述中心点处的建筑为高层建筑, 将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第三预设侦测直径 R_{03} 时:

[0046] 若 $H_{a3} \leq H_n < W_{31}$, 则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_1$;

[0047] 若 $W31 \leq H_n < W32$, 则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_2$;

[0048] 若 $W32 \leq H_n < W33$, 则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_3$;

[0049] 若 $W33 \leq H_n < W34$, 则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正, 则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_4$ 。

[0050] 进一步地, 所述区域划分模块还用于在根据所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设置其他待侦测子区域时, 确定所述中心待侦测子区域的边界线上是否存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑:

[0051] 若存在, 则在所述中心待侦测子区域边界线上的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域, 在所述中心待侦测子区域四周的设置完其他待侦测子区域后, 再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域, 直至所述待侦测区域被所述中心待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖, 且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_0$;

[0052] 若不存在, 则在所述中心待侦测子区域范围内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域, 再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域, 直至所述待侦测区域被所述中心待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖, 且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_0$ 。

[0053] 进一步地, 所述区域划分模块还用于在所述最高建筑上设置初始待侦测子区域, 设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 时, 确定所述最高建筑的高度 G_0 , 并设定第一预设建筑高度 G_1 、第二预设建筑高度 G_2 、第三预设建筑高度 G_3 和第四预设建筑高度 G_4 , 且 $H_{a3} < G_1 < G_2 < G_3 < G_4$; 设定第一预设直径 R_{g1} 、第二预设直径 R_{g2} 、第三预设直径 R_{g3} 和第四预设直径 R_{g4} , 且 $R_{g1} < R_{g2} < R_{g3} < R_{g4}$; 根据所述最高建筑的高度 G_0 与各预设建筑高度之间的关系设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} :

[0054] 当 $G_1 \leq G_0 < G_2$ 时, 将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第一预设直径 R_{g1} ;

[0055] 当 $G_2 \leq G_0 < G_3$ 时, 将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第二预设直径 R_{g2} ;

[0056] 当 $G_3 \leq G_0 < G_4$ 时, 将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第三预设直径 R_{g3} ;

[0057] 当 $G_4 \leq G_0$ 时, 将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第四预设直径 R_{g4} ;

[0058] 所述区域划分模块还用于在将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为所述第 i 预设直径 R_{gi} 时, $i=1, 2, 3, 4$, 根据所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{gi} 设置其他待侦测子区域, 具体为:

[0059] 确定所述初始待侦测子区域的边界线上是否存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑:

[0060] 若存在, 则在所述初始待侦测子区域边界线上的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域, 在所述初始待侦测子区域四周的设置完其他待侦测子区域后, 再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域, 直至所述待侦测区域被所述初

始待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_{gi}$;

[0061] 若不存在,则在所述初始待侦测子区域范围内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述初始待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_{gi}$ 。

[0062] 进一步地,所述区域划分模块还有在确定所述中心待侦测子区域和其他待侦测子区域,或者确定所述初始待侦测子区域和其他待侦测子区域后,根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域后,根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的建筑密度 D_0 确定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量,并且,所述侦测子系统设置于低层建筑、中层建筑或者高层建筑上。

[0063] 进一步地,所述区域划分模块还用于在根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的建筑密度 D_0 确定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量时,预先设定第一预设建筑密度 D_1 、第二预设建筑密度 D_2 、第三预设建筑密度 D_3 和第四预设建筑密度 D_4 ,且 $D_1 < D_2 < D_3 < D_4$;预先设定第一预设侦测子系统设置数量 P_1 、第二预设侦测子系统设置数量 P_2 、第三预设侦测子系统设置数量 P_3 和第四预设侦测子系统设置数量 P_4 ,且 $P_1 < P_2 < P_3 < P_4$;

[0064] 根据所述建筑密度 D_0 与各预设建筑密度之间的关系设定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量:

[0065] 当 $D_0 < D_1$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第一预设侦测子系统设置数量 P_1 ;

[0066] 当 $D_1 \leq D_0 < D_2$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第二预设侦测子系统设置数量 P_2 ;

[0067] 当 $D_2 \leq D_0 < D_3$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第三预设侦测子系统设置数量 P_3 ;

[0068] 当 $D_3 \leq D_0 < D_4$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第四预设侦测子系统设置数量 P_4 ;

[0069] 当选定所述第 i 预设侦测子系统设置数量 P_i 作为所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量后, $i=1,2,3,4$,则分别在所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一个所述侦测子系统。

[0070] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于,通过在城市建筑群中布置无人机侦测系统,根据现有建筑高度进行侦测子系统的分散布置,以及联合作业,同时通过主动侦测和无人机辅助侦测的方式进行无人机侦测,能够有效地保证在城市复杂环境下,对无人机进行无死角的侦测。同时,本发明的侦测系统集成无人机的侦测、管控和无人机服务,能够保证无人机侦测系统进行全天候无人化值守。

附图说明

[0071] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0072] 图1为本发明实施例提供的基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统的功能框图;

[0073] 图2为本发明实施例提供的集中控制系统的功能框图;

[0074] 图3为本发明实施例提供的侦测子系统的功能框图;

[0075] 图4为本发明实施例提供的无人机侦测单元的功能框图。

具体实施方式

[0076] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0077] 参阅图1所示,本实施例提供了一种基于现有建筑设施为载体的无人机侦测系统,包括集中控制系统和若干侦测子系统,所述集中控制系统用于根据待侦测区域内的建筑高度,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域,若干所述侦测子系统分别设置于若干所述待侦测子区域内的建筑上,若干所述侦测子系统分别与所述集中控制系统通信连接。

[0078] 具体而言,集中控制系统与若干侦测子系统通信连接,若干侦测子系统将采集的数据传输至集中控制系统进行数据处理。

[0079] 结合图2所示,集中控制系统包括:

[0080] 建筑高度确定模块,用于在确定所述待侦测区域后,根据所述待侦测区域内的建筑高度建立建筑高度集合 H_0 ,设定 $H_0[H_1, H_2, H_3, \dots, H_n]$,其中, H_1-H_n 分别为所述待侦测区域内的建筑高度;

[0081] 区域划分模块,用于根据所述建筑高度集合 H_0 将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑后,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域。

[0082] 具体而言,首先确定待侦测区域 A_0 ,并确定 A_0 内建筑高度集合 $H_0, H_0[H_1, H_2, H_3, \dots, H_n]$,根据确定的 H_0 中的各个建筑高度值对 A_0 内的建筑按照高度进行分类,并根据建筑高度分类后的结果对 A_0 进行分割。

[0083] 具体而言,当某一建筑的高度 $H_i (i=1, 2, 3, \dots, n)$ 处于预设高度范围内时,将其划分为一种类型的建筑,并根据相应类型的建筑,在其中选定某一建筑进行为中心,并以该建筑所在位置为圆心划分一圆形子区域,当子区域确定后,确定子区域的直径 L ,继续在距离 A_n 圆心距离小于 $0.5L$ 的范围确定下一圆形子区域,当 A_0 内的所有区域均被子区域覆盖后,则完成待侦测区域 A_0 的分割。

[0084] 具体而言,在确定分割后的若干待侦测子区域中,根据 A_n 中的建筑高度选定侦测子系统的设置位置,并进行侦测子系统的安装。

[0085] 具体而言,侦测系统由若干侦测子系统组成,在每一待侦测子区域内确定的安装

位置上设置侦测子系统,通过侦测子系统对待侦测子区域进行无人机侦测,并且,侦测子系统在进行无人机侦测时,使得若干侦测子系统之间即时通信,并联合作业,以保证能够无死角的进行无人机侦测。

[0086] 结合图3所示,所述侦测子系统包括:

[0087] 无人机侦测单元,用于侦测所述待侦测子区域内的无人机;

[0088] 无人机管控单元,用于对被侦测到的无人机进行预警、反制、驱离以及飞手定位;

[0089] 无人机服务单元,用于为所述无人机侦测单元和无人机管控单元提供通信、供电以及故障检测服务。

[0090] 具体而言,通过设置无人机侦测单元进行待侦测子区域内的无人机的侦测,无人机管控单元可用于对被探测无人机进行预警、反制、驱离以及飞手定位等,无人机服务单元用于为整个子系统进行供电、通讯及故障检测等服务,从而能够实现侦测子系统的全天化无人值守。

[0091] 结合图4所示,所述无人机侦测单元包括:

[0092] 主动雷达探测模块,用于主动探测所述待侦测子区域内的待侦测无人机,并在所述待侦测无人机进入所述主动雷达探测模块的探测盲区时,进行反馈;

[0093] 无人机辅助侦测模块,用于对进入所述主动雷达探测模块的探测盲区中的待侦测无人机进行侦测;

[0094] 处理模块,用于实时的获取所述主动雷达探测模块的探测信息,并实时的绘制所述待侦测无人机的飞行轨迹,并根据飞行轨迹预测所述待侦测无人机是否会进入所述主动雷达探测模块的探测盲区,当预测所述待侦测无人机会进入所述主动雷达探测模块的探测盲区时,使所述无人机辅助侦测模块飞行至所述主动雷达探测模块的探测盲区,以使得所述无人机辅助侦测模块对所述待侦测无人机进行侦测。

[0095] 具体而言,主动雷达探测模块优选为主动探测雷达,能够实现对区域内的无人机的主动侦测,无人机辅助侦测模块优选为无人机,且在无人机上设置有雷达侦测装置和图像采集装置,能够对其他无人机进行侦测。

[0096] 具体而言,处理模块还用于设定无人机辅助侦测模块的飞行轨迹。无人机辅助侦测模块的飞行轨迹设定时,预先确定区域内的建筑高度及建筑密度信息,同时还获取主动雷达探测模块在该区域内的侦测死角信息,结合区域内的建筑高度、建筑密度信息以及主动雷达探测模块的侦测死角信息,设定若干条通往主动雷达探测模块侦测死角的飞行线路,当需要无人机辅助侦测模块工作时,可根据被侦测无人机所处的死角位置,使得无人机辅助侦测模块选定最优路线飞行至死角位置进行被侦测无人机的侦测作业。

[0097] 具体而言,当一个侦测子系统在进行待侦测无人机侦测时,处理模块实时的绘制出其飞行轨迹,并将飞行轨迹在集中控制系统中的电子地图中进行实时的显示。处理模块还用于对待侦测无人机的飞行轨迹进行预测,并获取预测的后续的轨迹上的建筑高度信息,当判断预测轨迹进入主动探测设备的盲区后,此时检测距离该盲区较近的无人机辅助侦测模块,并在确定无人机辅助侦测模块的最优飞行路线后,使得无人机辅助侦测模块飞行至盲区位置通过无人机辅助侦测模块对待侦测无人机进行侦测,并将侦测后获取的待侦测无人机的位置、高度等信息发送至处理模块,处理模块根据获取的信息对预测的轨迹进行修正和补全,从而获取到待侦测无人机的完整飞行轨迹,当主动探测设备再次探测到该

待侦测无人机后,则使得无人机辅助侦测模块返航。

[0098] 具体而言,在通过无人机辅助侦测模块对待侦测无人机侦测时,还可根据待侦测无人机的飞行高度,启动位于该高度上中下三个范围的无人机辅助侦测模块对待侦测无人机进行联合侦测,并将侦测数据同时发送至处理模块,通过处理模块多个无人机辅助侦测模块的采集数据进行融合处理,从而获取待侦测无人机的准确位置信息。

[0099] 具体而言,当待侦测无人机进入其中一个侦测子系统的盲区时,而此时另一相邻的侦测子系统能够主动侦测到该待侦测无人机时,则通过另一侦测子系统的主动雷达探测模块进行侦测,并通过集中控制系统将多个侦测子系统的信息进行融合,以获取待侦测无人机的完整飞行轨迹。

[0100] 本发明在实施时,还根据每一待侦测子区域 A_n 内的建筑密度确定侦测子系统的设置数量。当建筑密度越高时单一侦测子区域内的侦测子系统的安装数量越高,反之亦然。

[0101] 同时,当单一区域内存在多个侦测子系统时,将侦测子系统的设置高度进行差异化设置,从而能够提高侦测子系统的立体侦测能力。

[0102] 具体而言,当某一区域内的建筑遮挡被探测无人机后,即侦测子系统中的主动雷达探测设备的探测信号受到建筑的阻挡时,启动无人机辅助侦测模块,利用无人机辅助侦测模块的机动性绕过遮挡建筑对被探测无人机进行侦测,通过无人机辅助侦测模块上的图像和雷达设备采集被探测无人机的图像及位置信息,并发送至处理模块中,通过处理模块进行数据处理,以将无人机辅助侦测模块获取的被探测无人机的位置信息与主动雷达探测模块中获取的被探测无人机的位置信息进行融合处理,从而获取被探测无人机的飞行轨迹。

[0103] 具体而言,处理模块还实时的获取无人机辅助侦测模块的飞行姿态、位置及飞行轨迹等数据,在无人机辅助侦测模块获取到被探测无人机的位置和图像数据后,通过后台数据处理,在主动雷达探测模块获取的被探测无人机的飞行轨迹中填补上被建筑遮挡后的轨迹,从而获取到被探测无人机的完整飞行轨迹。

[0104] 具体而言,当被探测无人机的飞行轨迹即将离开当前区域时,根据其轨迹确定其即将驶入的下一区域,并向下一区域发送被探测无人机即将驶入的信息,下一区域内的侦测子系统启动,并进行被探测无人机的侦测。

[0105] 具体而言,在相邻的待侦测子区域之间设置侦测子系统时,使得相邻的侦测子系统之间存在重合的侦测区域,即,使得待侦测子区域之间的边界处存在重合的侦测区域,从而便于相邻的侦测子系统之间能够无缝的进行被探测无人机之间的侦测衔接。

[0106] 具体而言,在确定重合区域时,可根据每一侦测子区域侦测范围大小、以及相邻的侦测子系统之间的间距进行重合区域的范围确定。

[0107] 具体而言,图像数据的采集可用于确定被探测无人机的机型等信息,可辅助性的确定被探测无人机的身份信息。

[0108] 基于上述实施例的优选的实施方式中,所述区域划分模块还用于在根据所述建筑高度集合 H_0 将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑时,预先设定第一标准高度 H_{a1} 、第二标准高度 H_{a2} 和第三标准高度 H_{a3} ,且 $H_{a1} < H_{a2} < H_{a3}$,根据所述建筑高度集合 H_0 中各个建筑的高度 H_i 与第一标准高度 H_{a1} 、第二标准高度 H_{a2} 和第三标准高度 H_{a3} 之间的关系, $i=1,2,3,\dots,n$,将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和

高层建筑,具体为:

[0109] 当 $Ha_1 \leq Hi < Ha_2$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为低层建筑;

[0110] 当 $Ha_2 \leq Hi < Ha_3$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为中层建筑;

[0111] 当 $Ha_3 \leq Hi$ 时,则将该高度区间内的建筑划分为高层建筑。

[0112] 具体而言,所述区域划分模块还用于在将所述待侦测区域内的建筑划分为低层建筑、中层建筑和高层建筑后,将所述待侦测区域划分为若干个待侦测子区域时,具体为:

[0113] 确定所述待侦测区域的中心点,并判断所述中心点预设范围内是否存在低层建筑、中层建筑或高层建筑:

[0114] 当存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑时,则在中心点处的建筑上设置一中心待侦测子区域,并根据所述中心点处的建筑的分类,设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 ,并根据所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设置其他待侦测子区域;

[0115] 当不存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑时,则确定待侦测区域内的高层建筑中的最高建筑,在所述最高建筑上设置初始待侦测子区域,设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} ,并根据所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设置其他待侦测子区域。

[0116] 具体而言,所述区域划分模块还用于在根据所述中心点处的建筑的分类,设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 时,预先设定第一预设侦测直径 R_{01} 、第二预设侦测直径 R_{02} 和第三预设侦测直径 R_{03} ,且 $R_{01} < R_{02} < R_{03}$,根据所述中心点处的建筑的分类设定所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 :

[0117] 当所述中心点处的建筑为低层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第一预设侦测直径 R_{01} ;

[0118] 当所述中心点处的建筑为中层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第二预设侦测直径 R_{02} ;

[0119] 当所述中心点处的建筑为高层建筑时,则将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第三预设侦测直径 R_{03} 。

[0120] 具体而言,所述区域划分模块还用于设定修正系数矩阵 X 和预设建筑高度矩阵组 W ,对于所述修正系数矩阵 X ,设定 $X(X_1, X_2, X_3, X_4)$,其中, X_1 为第一预设修正系数, X_2 为第二预设修正系数, X_3 为第三预设修正系数, X_4 为第四预设修正系数,且 $1 < X_1 < X_2 < X_3 < X_4 < 1.2$;

[0121] 对于所述预设建筑高度矩阵组 W ,设定 $W(W_1, W_2, W_3)$,其中, W_1 为预设低层建筑高度矩阵, W_2 为预设中层建筑高度矩阵, W_3 为预设高层建筑高度矩阵;

[0122] 对于所述预设低层建筑高度矩阵 W_1 ,设定 $W_1(W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14})$,其中, W_{11} 为第一预设低层建筑高度, W_{12} 为第二预设低层建筑高度, W_{13} 为第三预设低层建筑高度, W_{14} 为第四预设低层建筑高度,且 $Ha_1 \leq W_{11} < W_{12} < W_{13} < W_{14} < Ha_2$;

[0123] 对于所述预设中层建筑高度矩阵 W_2 ,设定 $W_2(W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{24})$,其中, W_{21} 为第一预设中层建筑高度, W_{22} 为第二预设中层建筑高度, W_{23} 为第三预设中层建筑高度, W_{24} 为第四预设中层建筑高度,且 $Ha_2 \leq W_{21} < W_{22} < W_{23} < W_{24} < Ha_3$;

[0124] 对于所述预设高层建筑高度矩阵 W_3 ,设定 $W_3(W_{31}, W_{32}, W_{33}, W_{34})$,其中, W_{31} 为第一预设高层建筑高度, W_{32} 为第二预设高层建筑高度, W_{33} 为第三预设高层建筑高度, W_{34} 为第四预设高层建筑高度,且 $Ha_3 \leq W_{31} < W_{32} < W_{33} < W_{34}$;

[0125] 所述区域划分模块还用于在根据所述中心点处的建筑的分类,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为第 i 预设侦测直径 R_{0i} 后, $i=1,2,3$,根据所述中心点处的建筑高度 H_n 与各预设建筑高度之间的关系,对设定的所述待侦测子区域的侦测直径进行修正:

[0126] 当所述中心点处的建筑为低层建筑,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第一预设侦测直径 R_{01} 时:

[0127] 若 $H_{a1} \leq H_n < W_{11}$,则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_1$;

[0128] 若 $W_{11} \leq H_n < W_{12}$,则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_2$;

[0129] 若 $W_{12} \leq H_n < W_{13}$,则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_3$;

[0130] 若 $W_{13} \leq H_n < W_{14}$,则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第一预设侦测直径 R_{01} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{01} * X_4$;

[0131] 当所述中心点处的建筑为中层建筑,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第二预设侦测直径 R_{02} 时:

[0132] 若 $H_{a2} \leq H_n < W_{21}$,则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_1$;

[0133] 若 $W_{21} \leq H_n < W_{22}$,则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_2$;

[0134] 若 $W_{22} \leq H_n < W_{23}$,则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_3$;

[0135] 若 $W_{23} \leq H_n < W_{24}$,则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第二预设侦测直径 R_{02} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{02} * X_4$;

[0136] 当所述中心点处的建筑为高层建筑,将所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设定为所述第三预设侦测直径 R_{03} 时:

[0137] 若 $H_{a3} \leq H_n < W_{31}$,则选定所述第一预设修正系数 X_1 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_1$;

[0138] 若 $W_{31} \leq H_n < W_{32}$,则选定所述第二预设修正系数 X_2 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_2$;

[0139] 若 $W_{32} \leq H_n < W_{33}$,则选定所述第三预设修正系数 X_3 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_3$;

[0140] 若 $W_{33} \leq H_n < W_{34}$,则选定所述第四预设修正系数 X_4 对所述第三预设侦测直径 R_{03} 进行修正,则修正后的所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 为 $R_{03} * X_4$ 。

[0141] 具体而言,所述区域划分模块还用于在根据所述中心待侦测子区域的侦测直径 R_0 设置其他待侦测子区域时,确定所述中心待侦测子区域的边界线上是否存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑:

[0142] 若存在,则在所述中心待侦测子区域边界线上的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,在所述中心待侦测子区域四周的设置完其他待侦测子区域后,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述中

心待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_0$;

[0143] 若不存在,则在所述中心待侦测子区域范围内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述中心待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_0$ 。

[0144] 具体而言,所述区域划分模块还用于在所述最高建筑上设置初始待侦测子区域,设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 时,确定所述最高建筑的高度 G_0 ,并设定第一预设建筑高度 G_1 、第二预设建筑高度 G_2 、第三预设建筑高度 G_3 和第四预设建筑高度 G_4 ,且 $H_{a3} < G_1 < G_2 < G_3 < G_4$;设定第一预设直径 R_{g1} 、第二预设直径 R_{g2} 、第三预设直径 R_{g3} 和第四预设直径 R_{g4} ,且 $R_{g1} < R_{g2} < R_{g3} < R_{g4}$;根据所述最高建筑的高度 G_0 与各预设建筑高度之间的关系设定所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} :

[0145] 当 $G_1 \leq G_0 < G_2$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第一预设直径 R_{g1} ;

[0146] 当 $G_2 \leq G_0 < G_3$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第二预设直径 R_{g2} ;

[0147] 当 $G_3 \leq G_0 < G_4$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第三预设直径 R_{g3} ;

[0148] 当 $G_4 \leq G_0$ 时,将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为第四预设直径 R_{g4} ;

[0149] 所述区域划分模块还用于在将所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{c1} 设定为所述第 i 预设直径 R_{gi} 时, $i=1,2,3,4$,根据所述初始待侦测子区域的侦测直径 R_{gi} 设置其他待侦测子区域,具体为:

[0150] 确定所述初始待侦测子区域的边界线上是否存在所述低层建筑、中层建筑或高层建筑:

[0151] 若存在,则在所述初始待侦测子区域边界线上的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,在所述初始待侦测子区域四周的设置完其他待侦测子区域后,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述初始待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_{gi}$;

[0152] 若不存在,则在所述初始待侦测子区域范围内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一其他待侦测子区域,再在所述其他待侦测子区域的四周设置待侦测子区域,直至所述待侦测区域被所述初始待侦测子区域、其他待侦测子区域和待侦测子区域完全覆盖,且各相邻的待侦测子区域的中心点之间的间距小于等于 $1/2R_{gi}$ 。

[0153] 具体而言,所述区域划分模块还有在确定所述中心待侦测子区域和其他待侦测子区域,或者确定所述初始待侦测子区域和其他待侦测子区域后,根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域后,根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的建筑密度 D_0 确定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量,并且,所述侦测子系统设置于低层建筑、中层建筑或者高层建筑上。

[0154] 具体而言,所述区域划分模块还用于在根据所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的建筑密度 D_0 确定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量时,预先设定第一预设建筑密度 D_1 、第二预设建筑密度 D_2 、第三预设建筑密度 D_3 和第四预设建筑密度 D_4 ,且 $D_1 < D_2 < D_3 < D_4$;预先设定第一预设侦测子系统设置数量 P_1 、第二预设侦测子系统设置数量 P_2 、第三预设侦测子系统设置数量 P_3 和第四预设侦测子系统设置数量 P_4 ,且 $P_1 < P_2 < P_3 < P_4$;

[0155] 根据所述建筑密度 D_0 与各预设建筑密度之间的关系设定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量:

[0156] 当 $D_0 < D_1$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第一预设侦测子系统设置数量 P_1 ;

[0157] 当 $D_1 \leq D_0 < D_2$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第二预设侦测子系统设置数量 P_2 ;

[0158] 当 $D_2 \leq D_0 < D_3$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第三预设侦测子系统设置数量 P_3 ;

[0159] 当 $D_3 \leq D_0 < D_4$ 时,将所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量设定为所述第四预设侦测子系统设置数量 P_4 ;

[0160] 当选定所述第 i 预设侦测子系统设置数量 P_i 作为所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量后, $i=1,2,3,4$,则分别在所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的低层建筑、中层建筑或高层建筑上设置一个所述侦测子系统。

[0161] 具体而言,通过根据所述建筑密度 D_0 与各预设建筑密度之间的关系设定所述初始待侦测子区域、中心待侦测子区域或其他待侦测子区域内的侦测子系统的设置数量,能够准确的在各个子区域内设置足够数量的侦测子系统,以保证各个子区域内均能够进行无死角的无人机侦测。

[0162] 可以看出,上述各实施例通过在城市建筑群中布置无人机侦测系统,根据现有建筑高度进行侦测子系统的分散布置,以及联合作业,同时通过主动侦测和无人机辅助侦测的方式进行无人机侦测,能够有效地保证在城市复杂环境下,对无人机进行无死角的侦测。同时,本发明的侦测系统集成无人机的侦测、管控和无人机服务,能够保证无人机侦测系统进行全天候无人化值守。

[0163] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0164] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实

现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0165] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0166] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0167] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

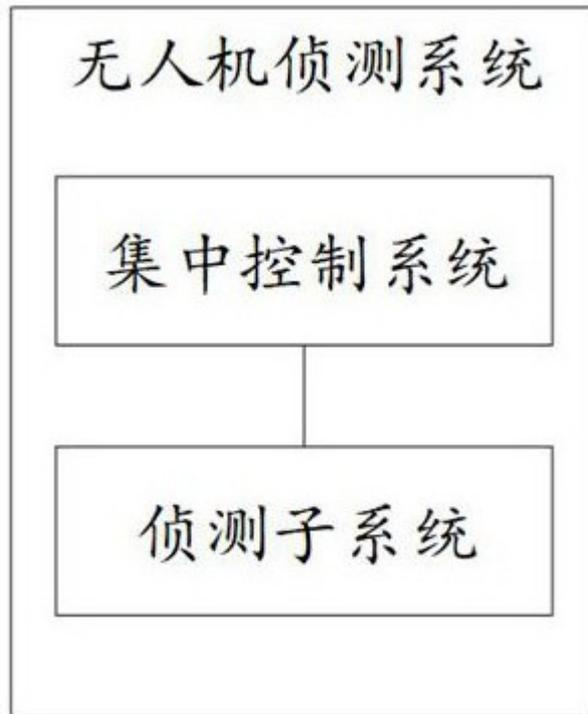


图1

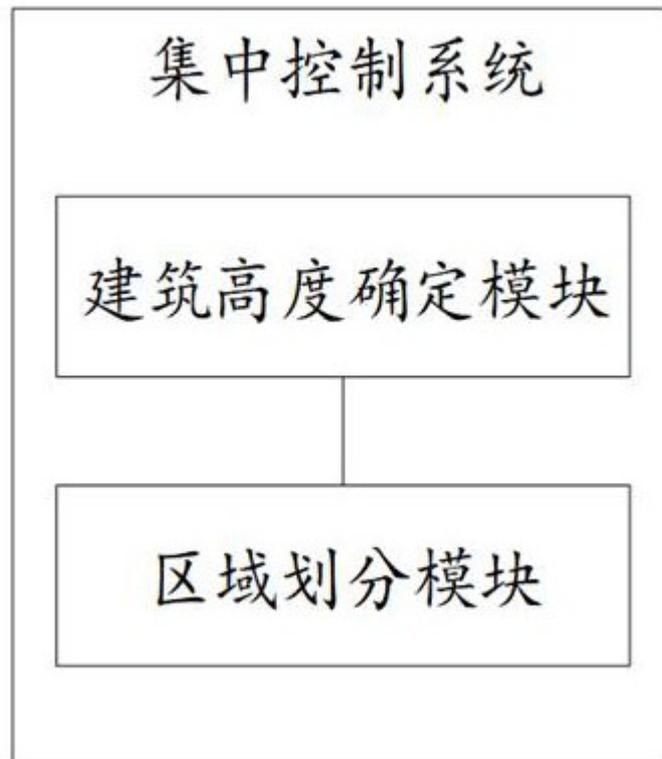


图2



图3



图4