



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108227738 B

(45)授权公告日 2019.07.19

(21)申请号 201711465023.X

(22)申请日 2017.12.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108227738 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(73)专利权人 湖北电鹰科技有限公司  
地址 430073 湖北省武汉市东湖新技术开发区南湖大道光谷软件园E3栋1403室

(72)发明人 蔡晓东 黄毅 胡国威 何力波

(74)专利代理机构 武汉智嘉联合知识产权代理  
事务所(普通合伙) 42231  
代理人 黄君军

(51)Int.Cl.  
G05D 1/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 206057974 U,2017.03.29,说明书第0005-0059段及其附图1-3.

CN 103901892 A,2014.07.02,说明书第0027-0050段及其附图1-3.

CN 105184301 A,2015.12.23,说明书第0009-0026段及其附图1-2.

CN 105955303 A,2016.09.21,说明书第0007-0016.

CN 107223200 A,2017.09.29,说明书全文.  
WO 2017189070 A2,2017.11.02,说明书全文.

US 9555883 B1,2017.01.31,说明书全文.

审查员 刘慧敏

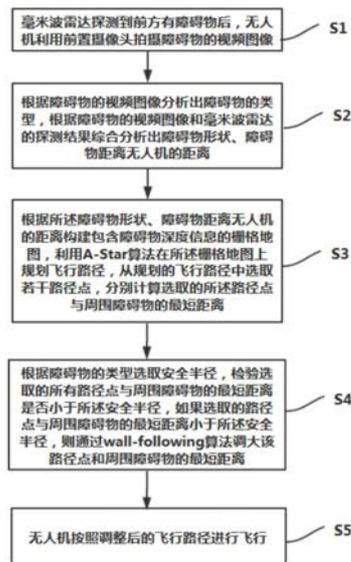
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种无人机避障方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种无人机避障方法及系统,其中,毫米波雷达探测到前方有障碍物后,无人机利用前置摄像头拍摄障碍物的视频图像;根据障碍物的视频图像分析出障碍物的类型,根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物形状、障碍物距离无人机的距离;根据障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建栅格地图,利用A-Star算法在栅格地图上规划飞行路径,根据安全半径调整飞行路径;无人机按照飞行路径飞行,对障碍物进行避让或者穿越。有益效果:利用前置摄像头、毫米波雷达获取障碍物形状、障碍物的类型、障碍物距离无人机的距离,对障碍物的探测更加准确、全面,无人机避障的准确度高,无人机可实现自动避障,避障智能化程度高。



1. 一种无人机避障方法,其特征在于,包括:

S1、毫米波雷达探测到前方有障碍物后,无人机利用前置摄像头拍摄障碍物的视频图像;

S2、根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物的类型,根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物形状、障碍物距离无人机的距离;

S3、根据所述障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,利用A-Star算法在所述栅格地图上规划飞行路径,从规划的飞行路径中选取若干路径点,分别计算选取的所述路径点与周围障碍物的最短距离;

S4、根据障碍物的类型选取安全半径,检验选取的所有路径点与周围障碍物的最短距离是否小于所述安全半径,如果选取的路径点与周围障碍物的最短距离小于所述安全半径,则通过wall-following算法调大该路径点和周围障碍物的最短距离;

S5、无人机按照调整后的飞行路径进行飞行;

其中,步骤S2中根据障碍物的视频图像分析出障碍物的类型的步骤为:

将所述障碍物的视频图像进行预处理,提取出视频图像中障碍物的图像特征,所述图像特征包括障碍物的图像轮廓特征及图像HSV颜色特征;

预先存储有图像轮廓特征库,所述图像轮廓特征库中图像轮廓特征和障碍物类型建立映射关系,将图像轮廓特征和图像轮廓特征库进行匹配,获取第一类型;

预先存储有图像HSV颜色特征库,所述图像HSV颜色特征库中图像HSV颜色特征和障碍物类型建立映射关系,将图像HSV颜色特征和图像HSV颜色特征库进行匹配,获取第二类型;

第一类型和第二类型的交集为分析出的障碍物的类型;

当出现障碍物,无人机需要穿越障碍物,计算穿越的障碍物的缝隙的长、宽、高及缝隙的面积,在规划穿越路径时,需要使用到障碍物形状,将障碍物形状和无人机形状进行对比,以规划合适的路径让无人机能够安全通过障碍物而不发生碰撞。

2. 如权利要求1所述的无人机避障方法,其特征在于,步骤S1中:

所述前置摄像头的数量为1个,前置摄像头拍摄的转动角度为0-180度,前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

3. 如权利要求1所述的无人机避障方法,其特征在于,步骤S1中:

所述前置摄像头的数量至少为2个,每个前置摄像头拍摄的转动角度为0-90度,每个前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

4. 如权利要求1所述的无人机避障方法,其特征在于,步骤S2中根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物距离无人机的距离的步骤为:

根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物距离无人机的第一距离,根据毫米波雷达的探测结果分析出障碍物距离无人机的第二距离,取第一距离、第二距离中的较小者为障碍物距离无人机的距离。

5. 一种无人机避障系统,其特征在于,包括:

图像拍摄模块:毫米波雷达探测到前方有障碍物后,无人机利用前置摄像头拍摄障碍物的视频图像;

分析处理模块:根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物的类型,根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物形状、障碍物距离无人机的距离;

路径规划模块:根据所述障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,利用A-Star算法在所述栅格地图上规划飞行路径,从规划的飞行路径中选取若干路径点,分别计算选取的所述路径点与周围障碍物的最短距离;

路径调整模块:根据障碍物的类型选取安全半径,检验选取的所有路径点与周围障碍物的最短距离是否小于所述安全半径,如果选取的路径点与周围障碍物的最短距离小于所述安全半径,则通过wall-following算法调大该路径点和周围障碍物的最短距离;

路径动作模块:无人机按照调整后的飞行路径进行飞行;

分析处理模块中:

将所述障碍物的视频图像进行预处理,提取出视频图像中障碍物的图像特征,图像特征包括障碍物的图像轮廓特征及图像HSV颜色特征;

预先存储有图像轮廓特征库,所述图像轮廓特征库中图像轮廓特征和障碍物类型建立映射关系,将图像轮廓特征和图像轮廓特征库进行匹配,获取第一类型;

预先存储有图像HSV颜色特征库,所述图像HSV颜色特征库中图像HSV颜色特征和障碍物类型建立映射关系,将图像HSV颜色特征和图像HSV颜色特征库进行匹配,获取第二类型;

第一类型和第二类型的交集为分析出的障碍物的类型;

当出现障碍物,无人机需要穿越障碍物,计算穿越的障碍物的缝隙的长、宽、高及缝隙的面积,在规划穿越路径时,需要使用到障碍物形状,将障碍物形状和无人机形状进行对比,以规划合适的路径让无人机能够安全通过障碍物而不发生碰撞。

6. 如权利要求5所述的无人机避障系统,其特征在于,图像拍摄模块中:

所述前置摄像头的数量为1个,前置摄像头拍摄的转动角度为0-180度,前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

7. 如权利要求5所述的无人机避障系统,其特征在于,图像拍摄模块中:

所述前置摄像头的数量至少为2个,每个前置摄像头拍摄的转动角度为0-90度,每个前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

8. 如权利要求5所述的无人机避障系统,其特征在于,分析处理模块中:

根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物距离无人机的第一距离,根据毫米波雷达的探测结果分析出障碍物距离无人机的第二距离,取第一距离、第二距离中的较小者为障碍物距离无人机的距离。

## 一种无人机避障方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机技术领域,尤其是涉及一种无人机避障方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着航空技术的飞速发展,无人机在军事领域、民用领域的用途不断拓展,无人机的飞行范围、运行时间成倍增长,无人机与有人机共域飞行已是必然趋势。但同时,无人机与有人机之间的飞行冲突和安全问题日益突出,而无人机避障系统正是解决该问题的关键所在。

[0003] 目前,无人机避障的研究还停留在基础阶段,许多理论和技术上的问题有待研究解决,无人机避障的准确度不高、避障还不够智能化。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述技术不足,提出一种无人机避障方法及系统,解决现有技术中的上述技术问题。

[0005] 为达到上述技术目的,本发明的技术方案提供一种无人机避障方法,包括:

[0006] S1、毫米波雷达探测到前方有障碍物后,无人机利用前置摄像头拍摄障碍物的视频图像;

[0007] S2、根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物的类型,根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物形状、障碍物距离无人机的距离;

[0008] S3、根据所述障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,利用A-Star算法在所述栅格地图上规划飞行路径,从规划的飞行路径中选取若干路径点,分别计算选取的所述路径点与周围障碍物的最短距离;

[0009] S4、根据障碍物的类型选取安全半径,检验选取的所有路径点与周围障碍物的最短距离是否小于所述安全半径,如果选取的路径点与周围障碍物的最短距离小于所述安全半径,则通过wall-following算法调大该路径点和周围障碍物的最短距离;

[0010] S5、无人机按照调整后的飞行路径进行飞行。

[0011] 本发明还提供一种无人机避障系统,包括:

[0012] 图像拍摄模块:毫米波雷达探测到前方有障碍物后,无人机利用前置摄像头拍摄障碍物的视频图像;

[0013] 分析处理模块:根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物的类型,根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物形状、障碍物距离无人机的距离;

[0014] 路径规划模块:根据所述障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,利用A-Star算法在所述栅格地图上规划飞行路径,从规划的飞行路径中选取若干路径点,分别计算选取的所述路径点与周围障碍物的最短距离;

[0015] 路径调整模块:根据障碍物的类型选取安全半径,检验选取的所有路径点与周围障碍物的最短距离是否小于所述安全半径,如果选取的路径点与周围障碍物的最短距离小

于所述安全半径,则通过wall-following算法调大该路径点和周围障碍物的最短距离;

[0016] 路径动作模块:无人机按照调整后的飞行路径进行飞行。

[0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果包括:利用前置摄像头、毫米波雷达获取障碍物形状、障碍物的类型、障碍物距离无人机的距离,根据障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,在栅格地图上规划飞行路径,选取安全半径调整飞行路径的路径点,无人机按照调整后的飞行路径进行安全地飞行,以实现无人机避让或穿越障碍物,对障碍物的探测更加准确、全面、立体,飞行路径更加准确、安全,使得无人机避障的准确度高,同时,本发明的无人机可实现自动避障,避障智能化程度高。

### 附图说明

[0018] 图1是本发明提供的一种无人机避障方法流程图;

[0019] 图2是本发明提供的一种无人机避障系统结构框图。

[0020] 附图中:1、无人机避障系统,11、图像拍摄模块,12、分析处理模块,13、路径规划模块,14、路径调整模块,15、路径动作模块。

### 具体实施方式

[0021] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0022] 本发明提供了一种无人机避障方法,包括:

[0023] S1、毫米波雷达探测到前方有障碍物后,无人机利用前置摄像头拍摄障碍物的视频图像;

[0024] S2、根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物的类型,根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物形状、障碍物距离无人机的距离;

[0025] S3、根据所述障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,利用A-Star算法在所述栅格地图上规划飞行路径,从规划的飞行路径中选取若干路径点,分别计算选取的所述路径点与周围障碍物的最短距离;

[0026] S4、根据障碍物的类型选取安全半径,检验选取的所有路径点与周围障碍物的最短距离是否小于所述安全半径,如果选取的路径点与周围障碍物的最短距离小于所述安全半径,则通过wall-following算法调大该路径点和周围障碍物的最短距离;

[0027] S5、无人机按照调整后的飞行路径进行飞行。

[0028] 本发明所述的无人机避障方法,步骤S1中:

[0029] 前置摄像头的数量为1个,前置摄像头拍摄的转动角度为0-180度,前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

[0030] 本发明所述的无人机避障方法,步骤S1中:

[0031] 前置摄像头的数量至少为2个,每个前置摄像头拍摄的转动角度为0-90度,每个前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

[0032] 本发明所述的无人机避障方法,步骤S2中根据障碍物的视频图像分析出障碍物的类型的步骤为:

[0033] 将障碍物的视频图像进行预处理,提取出视频图像中障碍物的图像特征,图像特征包括障碍物的图像轮廓特征及图像HSV颜色特征;

[0034] 预先存储有图像轮廓特征库,图像轮廓特征库中图像轮廓特征和障碍物类型建立映射关系,将图像轮廓特征和图像轮廓特征库进行匹配,获取第一类型;

[0035] 预先存储有图像HSV颜色特征库,图像HSV颜色特征库中图像HSV颜色特征和障碍物类型建立映射关系,将图像HSV颜色特征和图像HSV颜色特征库进行匹配,获取第二类型;

[0036] 第一类型和第二类型的交集为分析出的障碍物的类型。

[0037] 本发明所述的无人机避障方法,步骤S2中根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物距离无人机的距离的步骤为:

[0038] 根据障碍物的视频图像分析出障碍物距离无人机的第一距离,根据毫米波雷达的探测结果分析出障碍物距离无人机的第二距离,取第一距离、第二距离中的较小者为障碍物距离无人机的距离。

[0039] 上述技术方案中,根据障碍物的视频图像分析出障碍物距离无人机的第一距离,具体的,利用前置摄像头基于单目视觉测距算法分析出障碍物与无人机的第一距离,其原理为:对于不在前置摄像机镜头的CCD像面(物体透过镜头能清晰成像的面)对准平面上的空间物点,其像在CCD上会产生弥散斑,从而障碍物在CCD上成像后会变得模糊,障碍物与前置摄像机的距离不同,得到的图像的模糊度不同,利用图像处理算法检测图像的模糊度,即可根据图像的模糊度得到障碍物与前置摄像机的距离,即障碍物与无人机的第一距离。

[0040] 本发明所述的无人机避障方法,步骤S3中:障碍物深度信息为障碍物和无人机的距离信息。

[0041] 上述技术方案中,优选的,前置摄像头为RGBD摄像头。

[0042] 上述技术方案中,当出现障碍物,无人机需要避让或穿越障碍物,障碍物形状为需要避让的障碍物的长、高、宽,以及根据障碍物的长、高、宽计算出的障碍物的面积,或者为需要穿越的障碍物的缝隙的长、宽、高,及缝隙的面积;在规划避让或穿越路径时,需要使用到障碍物形状,将障碍物形状和无人机形状(自身的面积、体积)进行对比,以规划合适的路径让无人机能够安全通过障碍物而不发生碰撞。

[0043] 本发明还提供一种无人机避障系统1,包括:

[0044] 图像拍摄模块11:毫米波雷达探测到前方有障碍物后,无人机利用前置摄像头拍摄障碍物的视频图像;

[0045] 分析处理模块12:根据所述障碍物的视频图像分析出障碍物的类型,根据障碍物的视频图像和毫米波雷达的探测结果综合分析出障碍物形状、障碍物距离无人机的距离;

[0046] 路径规划模块13:根据所述障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,利用A-Star算法在所述栅格地图上规划飞行路径,从规划的飞行路径中选取若干路径点,分别计算选取的所述路径点与周围障碍物的最短距离;

[0047] 路径调整模块14:根据障碍物的类型选取安全半径,检验选取的所有路径点与周围障碍物的最短距离是否小于所述安全半径,如果选取的路径点与周围障碍物的最短距离小于所述安全半径,则通过wall-following算法调大该路径点和周围障碍物的最短距离;

[0048] 路径动作模块15:无人机按照调整后的飞行路径进行飞行。

[0049] 本发明所述的无人机避障系统1,图像拍摄模块11中:前置摄像头的数量为1个,前

置摄像头拍摄的转动角度为0-180度,前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

[0050] 本发明所述的无人机避障系统1,图像拍摄模块11中:

[0051] 前置摄像头的数量至少为2个,每个前置摄像头拍摄的转动角度为0-90度,每个前置摄像头获取障碍物的多角度视频图像。

[0052] 本发明所述的无人机避障系统1,分析处理模块12中:

[0053] 将障碍物的视频图像进行预处理,提取出视频图像中障碍物的图像特征,图像特征包括障碍物的图像轮廓特征及图像HSV颜色特征;

[0054] 预先存储有图像轮廓特征库,图像轮廓特征库中图像轮廓特征和障碍物类型建立映射关系,将图像轮廓特征和图像轮廓特征库进行匹配,获取第一类型;

[0055] 预先存储有图像HSV颜色特征库,图像HSV颜色特征库中图像HSV颜色特征和障碍物类型建立映射关系,将图像HSV颜色特征和图像HSV颜色特征库进行匹配,获取第二类型;

[0056] 第一类型和第二类型的交集为分析出的障碍物的类型。

[0057] 本发明所述的无人机避障系统1,分析处理模块12中:

[0058] 根据障碍物的视频图像分析出障碍物距离无人机的第一距离,根据毫米波雷达的探测结果分析出障碍物距离无人机的第二距离,取第一距离、第二距离中的较小者为障碍物距离无人机的距离。

[0059] 与现有技术相比,本发明的有益效果包括:利用前置摄像头、毫米波雷达获取障碍物形状、障碍物的类型、障碍物距离无人机的距离,根据障碍物形状、障碍物距离无人机的距离构建包含障碍物深度信息的栅格地图,在栅格地图上规划飞行路径,选取安全半径调整飞行路径的路径点,无人机按照调整后的飞行路径进行安全地飞行,以实现无人机避让或穿越障碍物,对障碍物的探测更加准确、全面、立体,飞行路径更加准确、安全,使得无人机避障的准确度高,同时,本发明的无人机可实现自动避障,避障智能化程度高。

[0060] 以上所述本发明的具体实施方式,并不构成对本发明保护范围的限定。任何根据本发明的技术构思所做出的各种其他相应的改变与变形,均应包含在本发明权利要求的保护范围内。

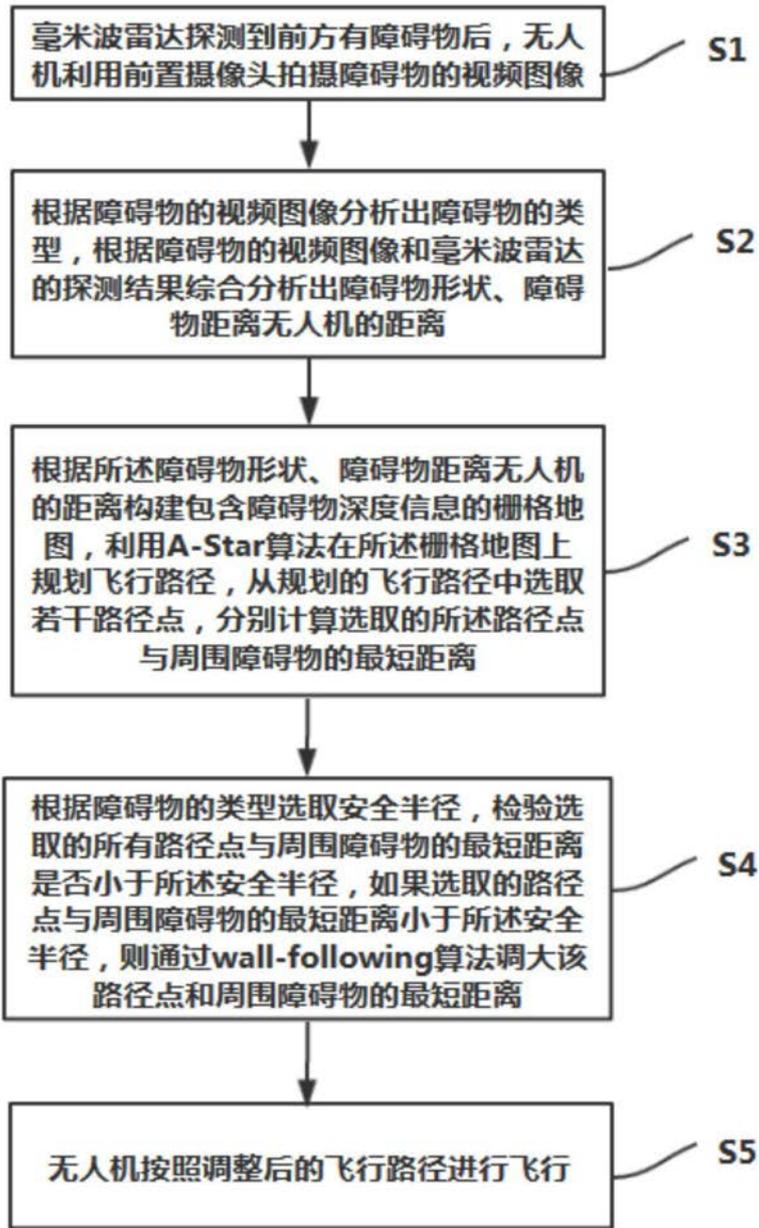


图1

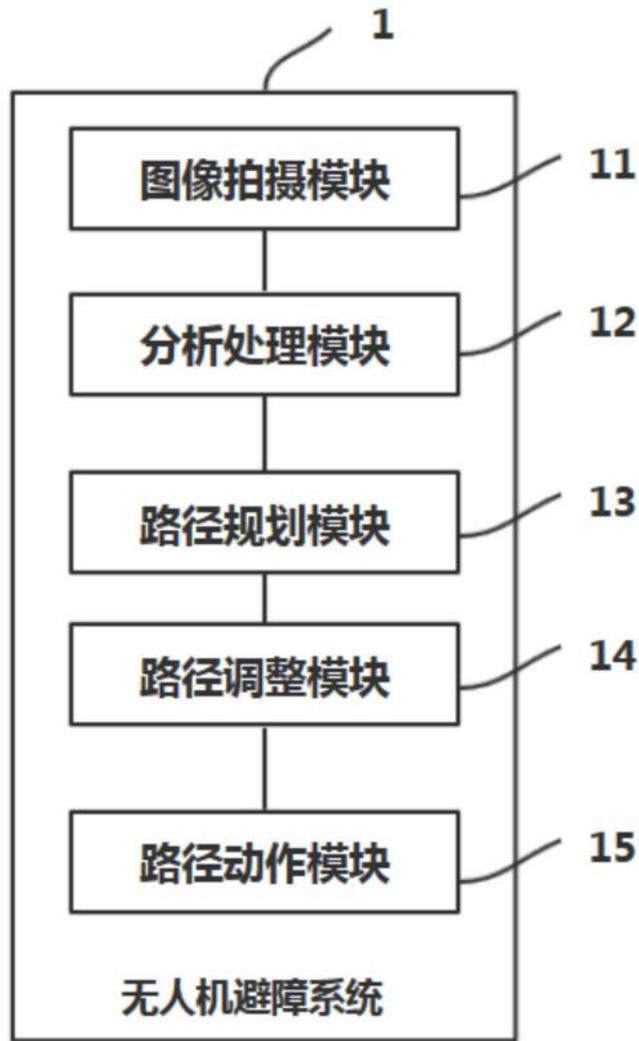


图2