



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104309803 B

(45)授权公告日 2017.07.21

(21)申请号 201410588409.X

B64D 47/08(2006.01)

(22)申请日 2014.10.27

B64D 45/04(2006.01)

B64D 31/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104309803 A

(43)申请公布日 2015.01.28

(73)专利权人 广州极飞科技有限公司

地址 510663 广东省广州市天河区高唐软件园思成路1号3A01号

(72)发明人 彭斌 陈有生

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

代理人 黄德海

(56)对比文件

CN 102591353 A,2012.07.18,说明书23-27,34-38段,附图1-2.

CN 101976078 A,2011.02.16,说明书9-10段,附图1.

CN 101762273 A,2010.06.30,全文.

US 2014236400 A1,2014.08.21,全文.

审查员 王雅维

(51)Int.Cl.

B64C 27/12(2006.01)

B64D 47/00(2006.01)

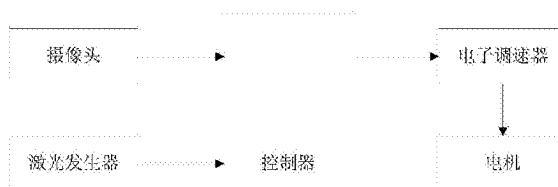
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

旋翼飞行器自动降落系统及方法

(57)摘要

本发明涉及旋翼飞行器自动降落系统及方法。该系统包括控制器、激光发生器、摄像头、电子调速器和用于驱动旋翼飞行器的旋桨转动的电机;激光发生器和摄像头均位于所述旋翼飞行器的机身的底部;激光发生器具有二个发射头,二个发射头分别发出的一激光光束以所述机身的中轴线为对称轴形成轴对称分布,所述中轴线与地面的水平面垂直,激光光束与中轴线之间形成的夹角为锐角。本发明通过激光发生器、摄像头和控制器的配合,即可对旋翼飞行器的飞行速度和位移进行控制,从而实现自动降落的效果。



1. 旋翼飞行器自动降落系统,其特征在于,包括控制器、激光发生器、摄像头、电子调速器和用于驱动旋翼飞行器的旋桨转动的电机;激光发生器和摄像头均位于所述旋翼飞行器的机身的底部;激光发生器具有二个发射头,二个发射头分别发出的一激光光束以所述机身的中轴线为对称轴形成轴对称分布,所述中轴线与地面的水平面垂直,激光光束与中轴线之间形成的夹角为锐角;

所述摄像头,用于获取着陆目标图像以及二个激光光束在地面上的投影所形成的距离图像;

所述控制器,用于分析获取到的距离图像以及着陆目标图像的实时数据,根据激光光束与中轴线之间的夹角、距离图像和着陆目标图像的实时数据以及飞行时间,计算旋翼飞行器的当前飞行速度以及旋翼飞行器的当前位置与着陆目标图像的空间距离,并根据计算结果向所述电子调速器输出相应的控制信号,以使电子调速器对电机的转速进行控制,从而控制旋翼飞行器降落在着陆目标图像上。

2. 如权利要求1所述的旋翼飞行器自动降落系统,其特征在于,所述激光发射器为红外激光发生器。

3. 如权利要求1所述的旋翼飞行器自动降落系统,其特征在于,所述电机为直流无刷电机。

4. 旋翼飞行器自动降落方法,其特征在于,其应用于如权利要求1-3任一项所述的旋翼飞行器自动降落系统中,其包括以下步骤:

摄像头实时获取二个激光光束在地面上的投影所形成的距离图像;

控制器根据激光光束与中轴线之间的夹角、实时的距离图像以及飞行时间,计算旋翼飞行器的当前飞行速度,以及当摄像头获取到着陆目标图像后,控制器根据激光光束与中轴线之间的夹角、实时的距离图像和着陆目标图像的实时数据以及飞行时间计算旋翼飞行器的当前位置与着陆目标图像的空间距离,并根据计算结果向所述电子调速器输出相应的控制信号;

电子调速器根据所述控制信号对电机的转速进行控制,从而控制旋翼飞行器降落在着陆目标图像上。

## 旋翼飞行器自动降落系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及旋翼飞行器自动降落技术。

### 背景技术

[0002] 由于小型四旋翼飞行器具有体积小、重量轻、可垂直起飞降落、定点悬停、高机动性等优点,在交通监控、自然灾害监视与救援、环境和污染监测、农林业勘测、应对突发事件等领域具有广阔的应用前景。由于小型四旋翼飞行器具有体积小、重量轻、可垂直起飞降落、定点悬停、高机动性等优点,在交通监控、自然灾害监视与救援、环境和污染监测、农林业勘测、应对突发事件等领域具有广阔的应用前景。

[0003] 四旋翼飞行器是一个多变量、强耦合的复杂非线性系统,由于在三维空间中运动,它的飞行姿态和运动轨迹的控制比地面机器人的控制更为困难。受有限负载能力和电源的限制,小型旋翼飞行器根据机载的轻便传感器系统(例如视觉传感器、小型激光测距仪)感知外部环境。同时,由于机载控制板的运算能力有限,难以在机载控制板上进行复杂的视觉和控制算法的运算。因此,如何根据机载小型传感器系统感知外部环境,如何实时规划和控制其运动轨迹以实现小型旋翼飞行器的自主飞行,是非常具有挑战性的问题。当前在微小旋翼无人机领域的研究工作主要集中在飞行器的自主稳定飞行、自主避障、基于机载视觉的目标识别和跟踪、三维空间的同步自定位与地图创建及多飞行器的协调控制等。美国宾夕法尼亚大学、瑞士苏黎世联邦理工学院、斯坦福大学等机构在小型旋翼飞行器的自主飞行研究领域处于领先地位。宾夕法尼亚大学的GRASP实验室和瑞士联邦理工学院的研究团队研究了室内环境中单个小型旋翼飞行器的自主飞行以及多个小型飞行器的编队飞行与协同合作。在飞行过程中,宾夕法尼亚大学和瑞士联邦理工的研究团队利用Vicon高速动作捕捉系统所提供的旋翼无人机的精确室内全局位置信息,实现了旋翼飞行器的高灵敏度与高精度的飞行姿态控制。四旋翼飞行器是一个多变量、强耦合的复杂非线性系统,由于在三维空间中运动,它的飞行姿态和运动轨迹的控制比地面机器人的控制更为困难。受有限负载能力和电源的限制,小型旋翼飞行器根据机载的轻便传感器系统(例如视觉传感器、小型激光测距仪)感知外部环境。同时,由于机载控制板的运算能力有限,难以在机载控制板上进行复杂的视觉和控制算法的运算。因此,如何根据机载小型传感器系统感知外部环境,如何实时规划和控制其运动轨迹以实现小型旋翼飞行器的自主飞行,是非常具有挑战性的问题。当前在微小旋翼无人机领域的研究工作主要集中在飞行器的自主稳定飞行、自主避障、基于机载视觉的目标识别和跟踪、三维空间的同步自定位与地图创建及多飞行器的协调控制等。美国宾夕法尼亚大学、瑞士苏黎世联邦理工学院、斯坦福大学等机构在小型旋翼飞行器的自主飞行研究领域处于领先地位。宾夕法尼亚大学的GRASP实验室和瑞士联邦理工学院的研究团队研究了室内环境中单个小型旋翼飞行器的自主飞行以及多个小型飞行器的编队飞行与协同合作。在飞行过程中,宾夕法尼亚大学和瑞士联邦理工的研究团队利用Vicon高速动作捕捉系统所提供的旋翼无人机的精确室内全局位置信息,实现了旋翼飞行器的高灵敏度与高精度的飞行姿态控制。

[0004] 在室外环境下,飞行器的位置信息可由全球定位系统系统(GPS)提供实时位置信息。在无GPS信号的环境下,例如在室内环境中,通常由高速、高精度的室内定位系统(如Vicon高速动作捕捉系统、Optitrack运动捕捉系统、基于超宽带技术的无线定位系统等)提供飞行器的实时位置信息,这些高速、高精度室内定位系统的价格非常昂贵,同时,由于飞行器受限于定位系统的有效测量空间,这极大地限制了飞行器自主飞行的性能。实现飞行器自定位的另一种解决方案是使用激光测距仪,但适于小型飞行器的激光测距仪的价格昂贵、更新速率低。光流技术是一种有效的自主定位方案,基于电脑鼠标传感器或CMOS摄像头的光流传感器都已被成功的应用于单个飞行器的自主导航。在室外环境下,飞行器的位置信息可由全球定位系统系统(GPS)提供实时位置信息。在无GPS信号的环境下,例如在室内环境中,通常由高速、高精度的室内定位系统(如Vicon高速动作捕捉系统、Optitrack运动捕捉系统、基于超宽带技术的无线定位系统等)提供飞行器的实时位置信息,这些高速、高精度室内定位系统的价格非常昂贵,同时,由于飞行器受限于定位系统的有效测量空间,这极大地限制了飞行器自主飞行的性能。实现飞行器自定位的另一种解决方案是使用激光测距仪,但适于小型飞行器的激光测距仪的价格昂贵、更新速率低。光流技术是一种有效的自主定位方案,基于电脑鼠标传感器或CMOS摄像头的光流传感器都已被成功的应用于单个飞行器的自主导航。

## 发明内容

[0005] 本发明的目的之一在于提出一种旋翼飞行器自动降落系统,其能解决成本高的问题。

[0006] 本发明的目的之二在于提出一种旋翼飞行器自动降落方法,其能解决成本高的问题。

[0007] 为了达到上述目的之一,本发明所采用的技术方案如下:

[0008] 旋翼飞行器自动降落系统,其包括控制器、激光发生器、摄像头、电子调速器和用于驱动旋翼飞行器的旋桨转动的电机;激光发生器和摄像头均位于所述旋翼飞行器的机身的底部;激光发生器具有二个发射头,二个发射头分别发出的一激光光束以所述机身的中轴线为对称轴形成轴对称分布,所述中轴线与地面的水平面垂直,激光光束与中轴线之间形成的夹角为锐角;

[0009] 所述摄像头,用于获取着陆目标图像以及二个激光光束在地面上的投影所形成的距离图像;

[0010] 所述控制器,用于分析获取到的距离图像以及着陆目标图像的实时数据,根据激光光束与中轴线之间的夹角、距离图像和着陆目标图像的实时数据以及飞行时间,计算旋翼飞行器的当前飞行速度以及旋翼飞行器的当前位置与着陆目标图像的空间距离,并根据计算结果向所述电子调速器输出相应的控制信号,以使电子调速器对电机的转速进行控制,从而控制旋翼飞行器降落在着陆目标图像上。

[0011] 优选的,所述激光发射器为红外激光发生器。

[0012] 优选的,所述电机为直流无刷电机。

[0013] 为了达到上述目的之二,本发明所采用的技术方案如下:

[0014] 旋翼飞行器自动降落方法,其应用于本发明所述的旋翼飞行器自动降落系统中,

其包括以下步骤：

[0015] 摄像头实时获取二个激光光束在地面上的投影所形成的距离图像；

[0016] 控制器根据激光光束与中轴线之间的夹角、实时的距离图像以及飞行时间，计算旋翼飞行器的当前飞行速度，以及当摄像头获取到着陆目标图像后，控制器根据激光光束与中轴线之间的夹角、实时的距离图像和着陆目标图像的实时数据以及飞行时间计算旋翼飞行器的当前位置与着陆目标图像的空间距离，并根据计算结果向所述电子调速器输出相应的控制信号；

[0017] 电子调速器根据所述控制信号对电机的转速进行控制，从而控制旋翼飞行器降落在着陆目标图像上。

[0018] 本发明具有如下有益效果：

[0019] 通过激光发生器、摄像头和控制器的配合，即可对旋翼飞行器的飞行速度和位移进行控制，从而实现自动降落的效果，而不必安装成本较高的GPS模块、激光测距仪等成本较高的器件，具有成本低的特点。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明较佳实施例的旋翼飞行器自动降落系统的原理示意图；

[0021] 图2为本发明较佳实施例的旋翼飞行器自动降落系统的旋翼飞行器的高度变化示意图；

[0022] 图3为本发明较佳实施例的旋翼飞行器自动降落系统的旋翼飞行器的水平位移变化示意图；

[0023] 图4为着陆目标图像的示意图。

## 具体实施方式

[0024] 下面，结合附图以及具体实施方式，对本发明做进一步描述。

[0025] 如图1所示，一种旋翼飞行器自动降落系统，其包括控制器、激光发生器、摄像头、电子调速器和用于驱动旋翼飞行器的旋桨转动的电机。

[0026] 激光发生器和摄像头均位于所述旋翼飞行器的机身的底部。激光发生器具有二个发射头，二个发射头分别发出的一激光光束以所述机身的中轴线为对称轴形成轴对称分布，所述中轴线与地面的水平面垂直，激光光束与中轴线之间形成的夹角 $\alpha$ 为锐角。

[0027] 所述摄像头，用于获取着陆目标图像以及二个激光光束在地面上的投影所形成的距离图像，即二个激光光束照射到地面上会形成两个点，摄像头拍摄到这两个光点后就得得到距离图像，此后，控制器就可以计算得到这两个点之间的距离。其中，着陆目标图像用于判断水平面上x和y的相对坐标值，激光光束在地面上形成的距离图像用于判断旋翼飞行器的高度H值。

[0028] 所述控制器，用于读取并分析获取到的距离图像以及着陆目标图像的实时数据，根据激光光束与中轴线之间的夹角 $\alpha$ 、实时的距离图像和着陆目标图像的实时数据以及飞行时间，计算旋翼飞行器的当前飞行速度以及旋翼飞行器的当前位置与着陆目标图像的空间距离，并根据计算结果向所述电子调速器输出相应的控制信号，以使电子调速器对电机的转速进行控制，以控制旋翼飞行器的飞行速度和位移，从而控制旋翼飞行器降落在着陆

目标图像上。所述夹角 $\alpha$ 预先存储在控制器内,用于控制器的计算和判断。

[0029] 本实施例的激光发射器为红外激光发生器,电机为直流无刷电机。本实施例的旋翼飞行器可以是四旋翼飞行器,所以旋桨的数量为四个,电机的数量也为四个,并且一个电机对应驱动一个旋桨。

[0030] 所述着陆目标图像可以是预先设置好的特定图案,例如一个外圆内方的图像,所述内方图像内有一个更小的外圆内方图像,用于在近距离着陆时,较小的外圆内方图像仍在摄像头摄像范围内,以作识别,如图4所示。

[0031] 本实施例还公开一种旋翼飞行器自动降落方法,其应用于本实施例所述的旋翼飞行器自动降落系统中,其包括以下步骤:

[0032] 步骤1、摄像头实时获取二个激光光束在地面上的投影所形成的距离图像;

[0033] 步骤2、控制器根据激光光束与中轴线之间的夹角 $\alpha$ 、实时的距离图像以及飞行时间,计算旋翼飞行器的当前飞行速度(包括升降速度和水平位移速度),以及当摄像头获取到地面上预设的着陆目标图像后,控制器根据激光光束与中轴线之间的夹角 $\alpha$ 、实时的距离图像和着陆目标图像的实时数据以及飞行时间计算旋翼飞行器的当前位置与着陆目标图像的空间距离以及当前飞行速度,并根据计算结果向所述电子调速器输出相应的控制信号;

[0034] 步骤3、电子调速器根据所述控制信号对电机的转速进行控制,从而控制旋翼飞行器降落在着陆目标图像上。

[0035] 结合图2和图3所示,本实施例的飞行速度和空间距离的计算原理如下:

[0036] 当旋翼飞行器100在不同高度时,激光光束与中轴线的夹角 $\alpha$ 是不变的,而二个激光光束在地面上的投影所产生的距离是随高度的变化而变化的,这个变化的距离能够被摄像头实时的获得。例如,旋翼飞行器100在水平方向的位置为A( $x_1, y_1$ )时,对应的飞行高度为 $H_1 = L_1 / 2 \tan \alpha$ ,飞行时间为 $T_1$ ,当旋翼飞行器100飞行到位置B( $x_2, y_2$ )时,飞行时间为 $T_2$ ,飞行高度 $H_2 = L_2 / 2 \tan \alpha$ ,位置A和位置B的时间差为 $\Delta T = T_2 - T_1$ ,高度差 $\Delta H = H_2 - H_1$ ,通过摄像头可获得前后两个飞行时间的水平位移差( $\Delta x, \Delta y$ ),摄像头的水平位置的数据获得为现有技术,在此不再赘述。再由 $V = \{ \Delta H / \Delta T, \Delta x / \Delta T, \Delta y / \Delta T \}$ 即可得到当前的飞行速度V。

[0037] 当位置C为着陆目标图像的位置时,由摄像头获取到激光发生器照射到地面两点的距离图像和着陆目标图像,则可以知道旋翼飞行器的当前位置与位置C之间的空间距离,包括高度 $H_n$ 和水平位移距离( $x_n, y_n$ ),其中 $H_n$ 为 $H_1, H_2, H_3$ 等等, ( $x_n, y_n$ )为( $x_1, y_1$ ), ( $x_2, y_2$ ), ( $x_3, y_3$ )等等为不同时间点的位置数据,并且知道当前速度 $V = \{ \Delta H / \Delta T, \Delta x / \Delta T, \Delta y / \Delta T \}$ 。在获取到当前旋翼飞行器的飞行位置信息和飞行速度信息后,要到达目标着陆位置,控制器通过计算得出误差值,利用PID算法来给定电子调速器不同的PWM值,控制电机的转速实现预定位移和预定速度到达目标位置,其中PID算法为现有成熟算法,这里不再赘述。

[0038] 本实施例不需要复杂的算法和昂贵的器件,从而降低了旋翼飞行器的制作成本。

[0039] 对于本领域的技术人员来说,可根据以上描述的技术方案以及构思,做出其它各种相应的改变以及变形,而所有的这些改变以及变形都应该属于本发明权利要求的保护范围之内。

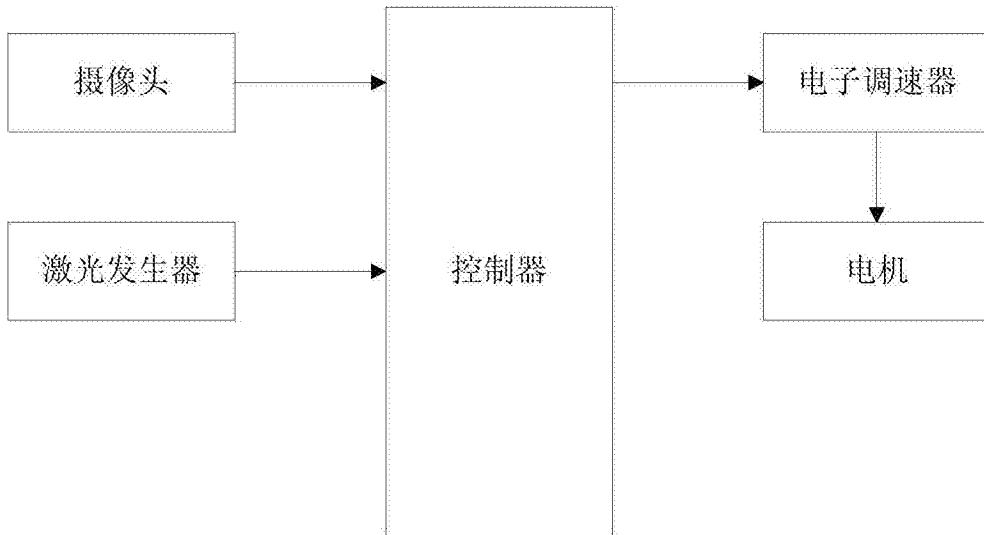


图1

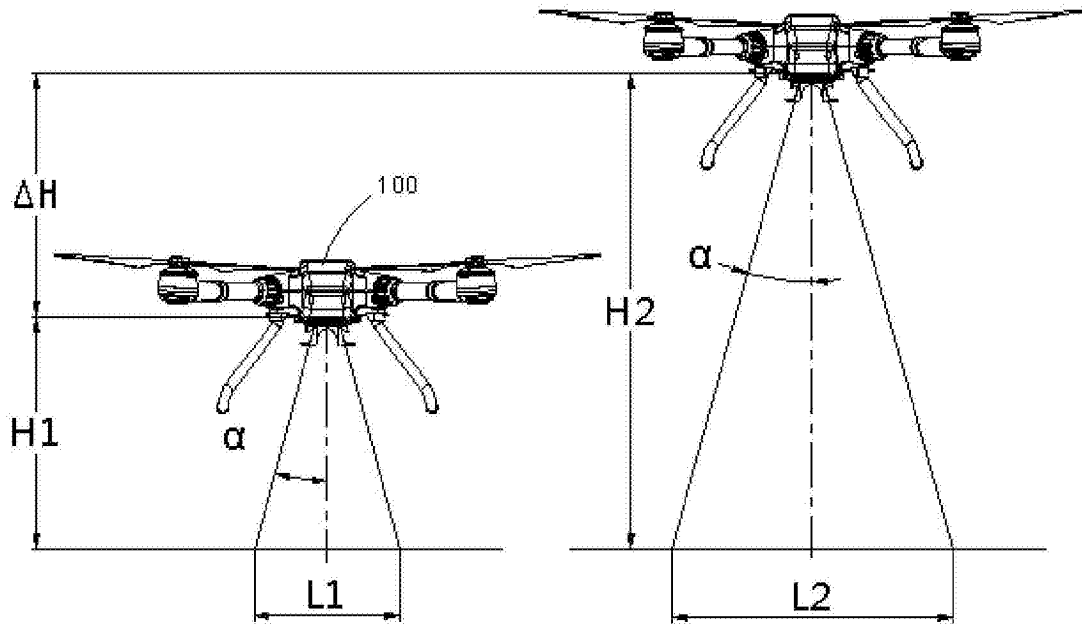


图2

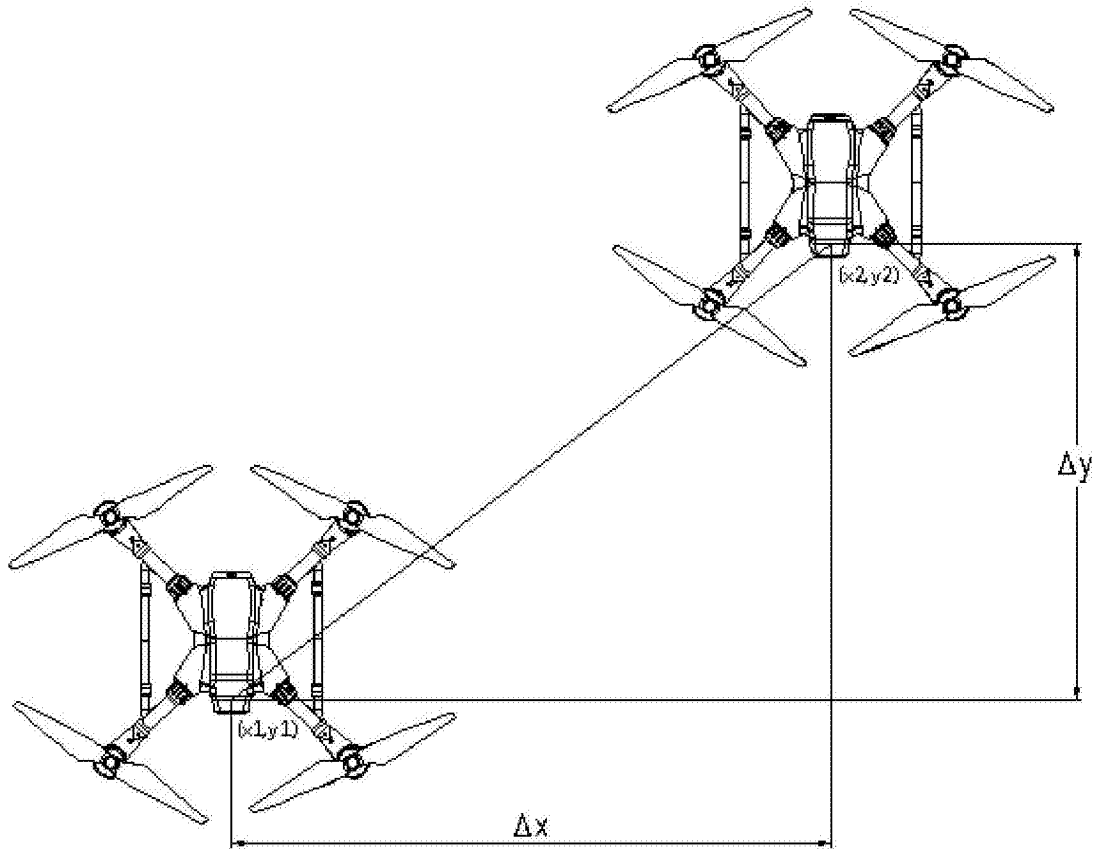


图3

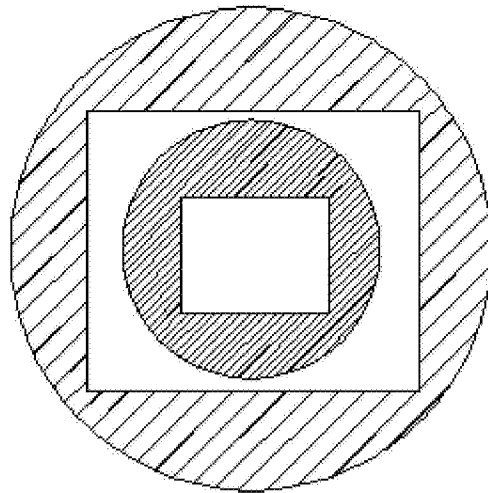


图4