



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105335733 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201510818326. X

(22) 申请日 2015. 11. 23

(71) 申请人 西安韦德沃德航空科技有限公司

地址 710075 陕西省西安市高新区科技二路  
66 号宏源综合科研楼 212 室

(72) 发明人 王辉

(51) Int. Cl.

G06K 9/00(2006. 01)

G06T 7/00(2006. 01)

G01S 19/13(2010. 01)

B64D 47/08(2006. 01)

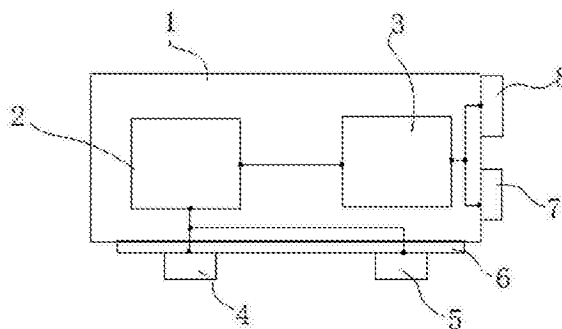
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种无人机自主着陆视觉定位方法及系统

(57) 摘要

本方案所设计系统需要在无人机接近着陆点并进入有效范围后,通过视觉计算精确估计出无人机与着陆点之间的相对位置和姿态,并发送给无人机的控制机构,从而引导无人机精确降落到指定地点。并提供了一种无人机自主视觉定位系统,包括无人机本体,设置在无人机本体上的 GPS 接收机和惯性测量装置,所述无人机本体底部设置有光电侦察平台,所述光电侦察平台上设置有第一摄像机和第二摄像机;嵌入式图像计算机,与第一摄像机和第二摄像机分别连接,其中,嵌入式计算机还连接有飞行控制计算机,所述飞行控制计算机与 GPS 接收机和惯性测量装置分别连接。



1. 一种无人机自主着陆视觉定位方法,包括如下步骤:

1) 采用 GPS 定位系统确定目标方位范围;

2) 标定摄像头参数和位姿后,用第一摄像机拍摄步骤 1) 确定目标方位范围外标记图案,将拍摄到的外标记图案经 USB 接口传递至嵌入式图像计算机,由嵌入式图像计算机换算无人机距着陆点的三维坐标,并通过串口将计算的无人机距着陆点的三维坐标发送至飞行控制计算机;

3) 由飞行控制计算机根据其得到的无人机距着陆点的三维坐标使无人机下降高度至 0.8m 以下,并平移至步骤 1) 确定的目标方位范围的内标记图案, GPS 定位系统转为图像导航,第二摄像机拍摄内标记图案,将拍摄到的内标记图案经 USB 接口传递至嵌入式图像计算机,由嵌入式图像计算机换算无人机距着陆点的三维坐标,并通过串口将计算的无人机距着陆点的三维坐标发送至飞行控制计算机,匀速下降,并平移至内标记点直至触地。

2. 根据权利要求 1 所述的一种无人机自主着陆视觉定位方法,其特征在于:步骤 2) 中摄像头参数包括内部参数和外部参数;

所述内部参数标记的方法为:取大小为 50cm×50cm 方格为 5cm×5cm 的黑白棋盘,以黑白棋盘的任意一个角为坐标原点建立坐标系,通过第一摄像机和第二摄像机分别拍摄 N 组不同姿态的棋盘格图像,将拍摄到的棋盘格图像输入计算机获取相关坐标,解方程可以获得内部参数,其方程如下:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \|P_{ij} - P_{ij}(A, R_i, t_i)\|^2$$

式中的  $R_i$  和  $t_i$  分别是每幅标定板图像坐标系与相机坐标系之间的旋转平移关系,  $P_{ij}$  为坐标, A 为所求内部参数;

所述外部参数标记的方法为:由已确定的内部参数,采用第一摄像机和第二摄像机拍摄标记目标一张图像,输入至计算机获取坐标关系,解方程可获取外部参数,其方程如下:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = A \left( R \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + T \right)$$

A 为内部参数,  $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$  为第一摄像机和第二摄像机由计算机获取的坐标关系,  $\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$  为标记目标的坐标, R 与 T 为求解结果。

3. 一种无人机自主视觉定位系统,包括无人机本体,设置在无人机本体上的 GPS 接收机和惯性测量装置,其特征在于:所述无人机本体底部设置有光电侦察平台,所述光电侦察平台上设置有第一摄像机和第二摄像机;

嵌入式图像计算机,与第一摄像机和第二摄像机分别连接,其中,嵌入式计算机还连接有飞行控制计算机,所述飞行控制计算机与 GPS 接收机和惯性测量装置分别连接。

4. 根据权利要求 3 所述的一种无人机自主视觉定位系统,其特征在于:所述光电侦察平台与所述无人机本体通过吊舱式结构连接固定。

5. 根据权利要求 3 所述的一种无人机自主视觉定位系统,其特征在于:所述嵌入式图像计算机与第一摄像机和第二摄像机通过 USB 接口连接。

6. 根据权利要求 3 所述的一种无人机自主视觉定位系统,其特征在于:所述嵌入式图像计算机通过串口连接至飞行控制计算机。

## 一种无人机自主着陆视觉定位方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机技术领域,特别涉及一种无人机自主着陆视觉定位方法及系统。

### 背景技术

[0002] 目前的那个悬停飞行器都具有垂直起飞着陆的功能,其主要的导航定位方法多为依靠GPS或北斗等卫星导航系统。然而由于GPS和北斗等系统本身的发展水平,其水平定位精度误差(X,Y方向)约为±3m,垂直定位精度误差(Z方向)则更大。导致飞行器着陆精度较差。难以实现cm级的着陆精度,是许多有高精度自主着陆需求的应用场景无法实现,如;自动返航充电、在船舶上着陆等。

### 发明内容

[0003] 为了解决现有技术的缺陷,本发明的目的是提供一种无人机自主着陆视觉定位方法及系统,

[0004] 其技术方案为:一种无人机自主着陆视觉定位方法,包括如下步骤:1)采用GPS定位系统确定目标方位范围;

[0005] 2)标定摄像头参数和位姿后,用第一摄像机拍摄步骤1)确定目标方位范围外标记图案,将拍摄到的外标记图案经USB接口传递至嵌入式图像计算机,由嵌入式图像计算机换算无人机距着陆点的三维坐标,并通过串口将计算的无人机距着陆点的三维坐标发送至飞行控制计算机;

[0006] 3)由飞行控制计算机根据其得到的无人机距着陆点的三维坐标使无人机下降高度至0.8m以下,并平移至步骤1)确定的目标方位范围的内标记图案,GPS定位系统转为图像导航,第二摄像机拍摄内标记图案,将拍摄到的内标记图案经USB接口传递至嵌入式图像计算机,由嵌入式图像计算机换算无人机距着陆点的三维坐标,并通过串口将计算的无人机距着陆点的三维坐标发送至飞行控制计算机,匀速下降,并平移至内标记点直至触地。

[0007] 进一步地,步骤2)中摄像头参数包括内部参数和外部参数;

[0008] 所述内部参数标记的方法为:取大小为50cm×50cm方格为5cm×5cm的黑白棋盘,以黑白棋盘的任意一个角为坐标原点建立坐标系,通过第一摄像机和第二摄像机分别拍摄N组不同姿态的棋盘格图像,将拍摄到的棋盘格图像输入计算机获取相关坐标,解方程可以获得内部参数,其方程如下:

$$[0009] \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \|P_{ij} - P_{ij}(A, R_i, t_i)\|^2$$

[0010] 式中的 $R_i$ 和 $t_i$ 分别是每幅标定板图像坐标系与相机坐标系之间的旋转平移关系, $P_{ij}$ 为坐标,A为所求内部参数;

[0011] 所述外部参数标记的方法为:由已确定的内部参数,采用第一摄像机和第二摄像机拍摄标记目标一张图像,输入至计算机获取坐标关系,解方程可获取外部参数,其方程如

下：

$$[0012] \quad \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = A \left( R \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix} + T \right)$$

[0013] A 为内部参数,  $\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$  为第一摄像机和第二摄像机由计算机获取的坐标关系,  $\begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix}$  为标记目标的坐标, R 与 T 为求解结果。

[0014] 一种无人机自主视觉定位系统,包括无人机本体,设置在无人机本体上的 GPS 接收机和惯性测量装置,所述无人机本体底部设置有光电侦察平台,所述光电侦察平台上设置有第一摄像机和第二摄像机;

[0015] 嵌入式图像计算机,与第一摄像机和第二摄像机分别连接,其中,嵌入式计算机还连接有飞行控制计算机,所述飞行控制计算机与 GPS 接收机和惯性测量装置分别连接。

[0016] 进一步地,所述光电侦察平台与所述无人机本体通过吊舱式结构连接固定。

[0017] 进一步地,所述嵌入式图像计算机与第一摄像机和第二摄像机通过 USB 接口连接。

[0018] 进一步地,所述嵌入式图像计算机通过串口连接至飞行控制计算机。

[0019] 本发明的有益效果为:本方案所涉及的系统和方法需要在无人机接近着陆点并进入有效范围后,通过视觉计算精确估计出无人机与着陆点之间的相对位置和姿态,并发送给无人机的飞行控制计算机,从而引导无人机精确降落到指定地点。

[0020] 说明书附图

[0021] 图 1 是本发明的系统结构示意图;

[0022] 图 2 是本发明的系统原理框架示意图;

[0023] 图 3 是本发明实施例标记点整体布局示意图;

[0024] 图 4 是本发明实施例图像识别位置示意图;

[0025] 图 5 是本发明实施例位姿计算原理示意图。

## 具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明做详细说明。

[0027] 参照图 1 至图 5,为了解决垂直起降飞行器,尤其是垂直起降无人飞行器的高精度着陆定位问题,本发明提供了一种图像识别定位方法使飞行器能够实现达到 cm 级的高精度自动着陆。本发明采用的技术方法是:一种无人机自主着陆视觉定位方法,包括如下步骤:

[0028] 1) 采用 GPS 定位系统确定目标方位范围;

[0029] 2) 标定摄像头参数和位姿后,用第一摄像机 4 拍摄步骤 1) 确定目标方位范围外标记图案,将拍摄到的外标记图案经 USB 接口传递至嵌入式图像计算机 2,由嵌入式图像计算机 2 换算无人机距着陆点的三维坐标,并通过串口将计算的无人机距着陆点的三维坐标发送至飞行控制计算机 3;

[0030] 3) 由飞行控制计算机根据其得到的无人机距着陆点的三维坐标使无人机下降高度至 0.8m 以下,并平移至步骤 1) 确定的目标方位范围的内标记图案,GPS 定位系统转为图

像导航,第二摄像机 5 拍摄内标记图案,将拍摄到的内标记图案经 USB 接口传递至嵌入式图像计算机 2,由嵌入式图像计算机 2 换算无人机距着陆点的三维坐标,并通过串口将计算的无人机距着陆点的三维坐标发送至飞行控制计算机 3,匀速下降,并平移至内标记点直至触地。

[0031] 摄像头参数主要是指摄像头本身固有的参数(内部参数)和安装参数(外部参数)。其中,内参包括焦距、光心位置、畸变系数等,外参主要是指相机坐标系与其安装本体(本应用中指无人机)坐标系之间的旋转平移关系。由于本次项目以功能演示为主,故考虑对外参进行简化从而采用人工方式进行测量(即通过安装保证一定的旋转关系,仅人工测量平移关系)。

[0032] 所述内部参数标记的方法为:取大小为 50cm×50cm 方格为 5cm×5cm 的黑白棋盘,以黑白棋盘的任意一个角为坐标原点建立坐标系,通过第一摄像机 4 和第二摄像机 5 分别拍摄 N 组不同姿态的棋盘格图像,将拍摄到的棋盘格图像输入计算机获取相关坐标,解方程可以获得内部参数,其方程如下:

$$[0033] \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \|P_{ij} - P_{ij}(A, R_i, t_i)\|$$

[0034] 式中的  $R_i$  和  $t_i$  分别是每幅标定板图像坐标系与相机坐标系之间的旋转平移关系,  $P_{ij}$  为坐标,  $A$  为所求内部参数;

[0035] 参照图 5,所述外部参数标记的方法为:由已确定的内部参数,采用第一摄像机 4 和第二摄像机 5 拍摄标记目标一张图像,输入至计算机获取坐标关系,解方程可获取外部参数,其方程如下:

$$[0036] \quad \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = A \left( R \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix} + T \right)$$

[0037]  $A$  为内部参数,  $\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$  为第一摄像机和第二摄像机由计算机获取的坐标关系,  $\begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix}$  为标记目标的坐标,  $R$  与  $T$  为求解结果。

[0038] 一种无人机自主视觉定位系统,包括无人机本体 1,设置在无人机 1 本体上的 GPS 接收机 7 和惯性测量装置 8,所述无人机本体 1 底部设置有光电侦察平台 6,所述光电侦察平台 6 上设置有第一摄像机 4 和第二摄像机 5;

[0039] 嵌入式图像计算机 2,与第一摄像机 4 和第二摄像机 5 分别连接,其中,嵌入式计算机 2 还连接有飞行控制计算机 3,所述飞行控制计算机 3 与 GPS 接收机 7 和惯性测量装置 8 分别连接。

[0040] 进一步地,所述光电侦察平台 6 与所述无人机本体 1 通过吊舱式结构连接固定。

[0041] 进一步地,所述嵌入式图像计算机 2 与第一摄像机 4 和第二摄像机 5 通过 USB 接口连接。

[0042] 进一步地,所述嵌入式图像计算机 2 通过串口连接至飞行控制计算机 3。

[0043] 参照图 2,摄像头负责采集场景图像,并通过 USB 接口发送给嵌入式计算机 2。在嵌入式计算机 2 上运行图像处理与位姿计算程序,如果在图像中检测到视觉标记并计算出结果后,将计算得到的相对位姿通过串口发送至飞行控制计算机 3。

[0044] 参照图 3 和图 4, 原理为: 在正常飞行状态仍然采用 GPS 等导航定位方法, 进入着陆区后采用 2 级图像识别获取 cm 级的高精度定位坐标, 参照图 3, 在着陆区标记点的整体布局。其中圆 1 的半径为 3m, 圆 2 的半径为 1.5m。圆 1 的设置是考虑到 GPS 定位误差。圆 2 是放置外标记的基准。内外标记均由黑白棋盘格组成。外标记供大范围相机观察计算, 大小为  $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ , 棋盘格单元大小为  $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。内标记供小范围相机观察计算, 大小为 A4 纸, 内标记点即为最终着陆点, 棋盘格单元大小为  $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ 。

[0045] 参照图 4, 由于着陆区的半径  $\geq$  GPS 导航定位误差, 所以当飞行器返航进入着陆区 (半径 3m, 高度 4m) 上空悬停时, 首先由第一摄像机 4 会拍摄到外标记图案, 通过嵌入式计算机 2 图像识别算法计算出飞行器距圆心着陆点的三维坐标并输出到飞行控制计算机 3。此时飞行器由 GPS 导航状态转为图像导航状态, 根据第一摄像机 4 给出的坐标下降高度至 0.8m 以下并平移至距内标记点附近, 即距内标记点  $\pm 0.5\text{m}$  氛围内; 此时第二摄像机 5 拍摄到内标记图案, 飞行器根据第二摄像机 5 给出的坐标输出到飞行控制计算机 3, 匀速下降, 并平移至内标记点直至触地。由于图像识别的定位精度 (X, Y, Z 三轴) 可以达到  $< 1\text{cm}$ , 开始飞行器实现准确的着陆。

[0046] 以上实施方式仅用以说明本发明的技术方案而非限制, 尽管参照以上实施方式对本发明进行了详细说明, 本领域的普通技术人员应当理解, 可以对本发明的技术方案进行修改或等同替换都不应脱离本发明技术方案的精神和范围。

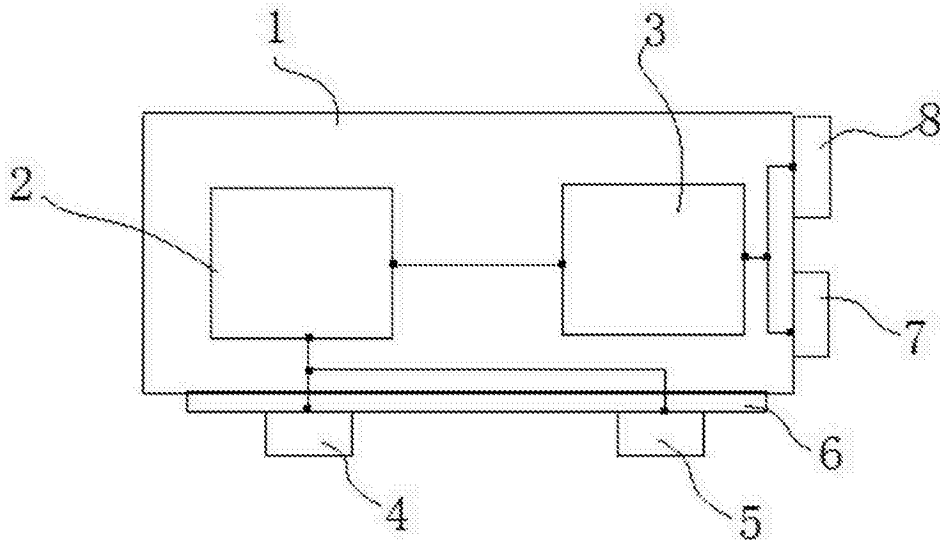


图 1

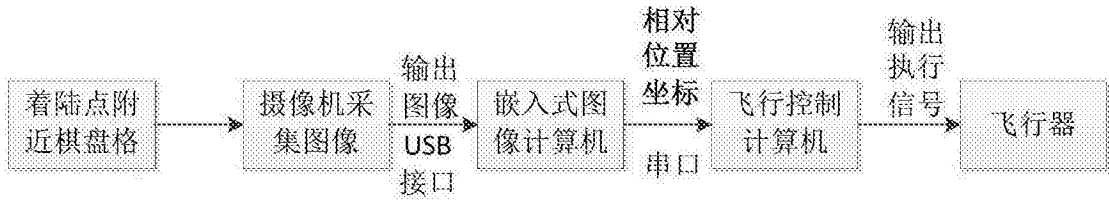


图 2

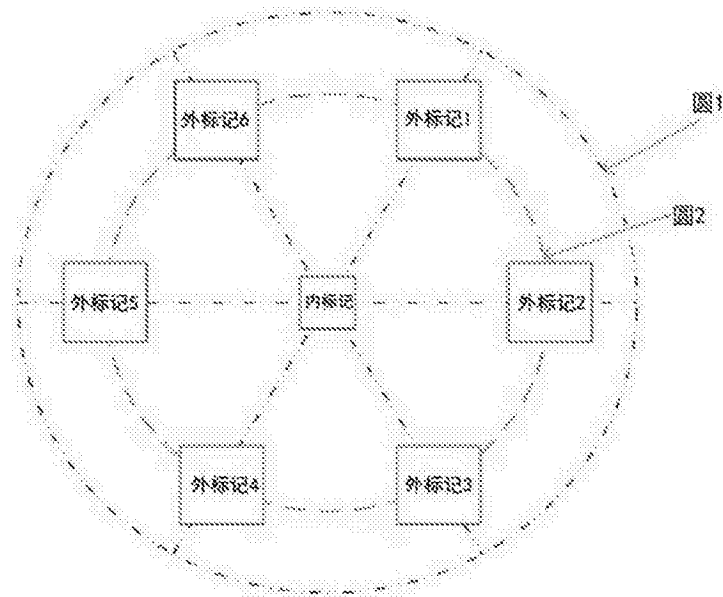


图 3

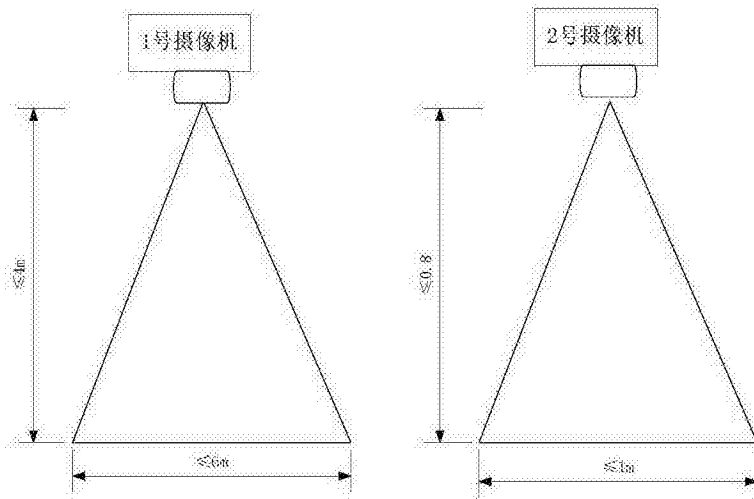


图 4

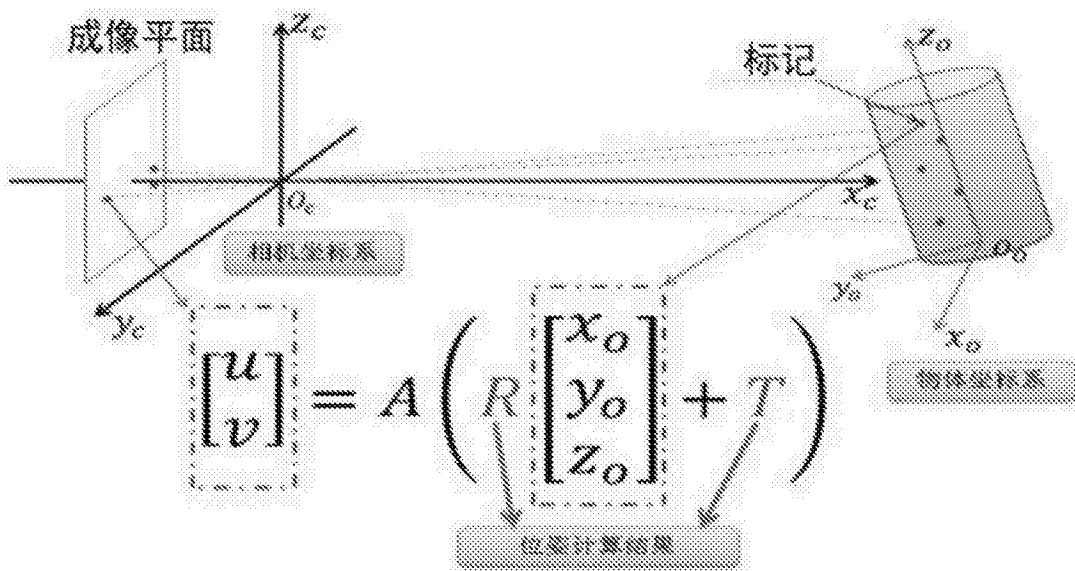


图 5