

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102175882 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 27

(21) 申请号 201010623597. 7

审查员 刘云丽

(22) 申请日 2010. 12. 30

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084-82 信箱

(72) 发明人 王冠林 朱纪洪

(51) Int. Cl.

G01P 3/38 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101809451 A, 2010. 08. 18, 全文 .

CN 101685100 A, 2010. 03. 31, 全文 .

JP 特开 2007-106269 A, 2007. 04. 26, 全文 .

JP 特开 2005-247008 A, 2005. 09. 15, 全文 .

王冠林等. 基于视觉导航的无人直升机自主
着陆. 《南京理工大学学报(自然科学版)》. 2009,
第 33 卷 (第 167 期), 117-122.

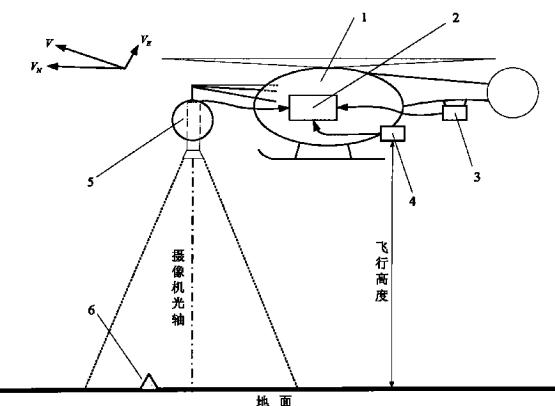
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

基于自然地标的无人直升机视觉测速方法

(57) 摘要

基于自然地标的无人直升机视觉测速方法属于无人机技术领域, 其特征在于, 含有: 无人直升机、飞行控制计算机、磁航向传感器、高度计和机载摄像机, 其中: 在无人直升机飞行过程中, 飞行控制计算机通过高度计得到无人直升机距离地面的高度; 飞行控制计算机通过检测地面自然地标在摄像机图像中的移动速率, 计算出无人直升机相对地面的水平飞行速率; 通过磁航向传感器, 飞行控制计算机得到无人直升机的航向角, 并由此计算出无人直升机的水平飞行速度。本发明不受 GPS 信号和风速的影响, 尤其适用于无人直升机在建筑物之间、树丛中, 甚至室内等低空复杂环境中的精确测速, 而且不会额外增加无人直升机的起飞重量。



1. 基于自然地标的无人直升机视觉测速方法,其特征在于,含有:无人直升机、飞行控制计算机、磁航向传感器、高度计和机载摄像机,其中:

在无人直升机的飞行过程中,飞行控制计算机分别通过磁航向传感器和高度计,获得无人直升机的航向角 Ψ 和距离地面的高度 H ;同时,飞行控制计算机通过检测地面自然地标在摄像机图像中的移动速率,计算出无人直升机相对地面的水平移动速率 \bar{V} ,所述 \bar{V} 为标量,单位为 m/s:

$$\bar{V} = \frac{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}}{T}$$

$$\beta = \arctan \frac{x_{img_2} - x_{img_1}}{y_{img_2} - y_{img_1}}$$

其中:

$$\begin{cases} X_1 = \frac{HK_x x_{img_1}}{R_x}, & Y_1 = \frac{HK_y y_{img_1}}{R_y} \\ X_2 = \frac{HK_x x_{img_2}}{R_x}, & Y_2 = \frac{HK_y y_{img_2}}{R_y} \end{cases}$$

β 是无人直升机的侧滑角;

T 为飞行控制计算机对图像的采样周期,单位为 s;

(x_{img_1} , y_{img_1}):在第 1 次采样时刻,地面自然地标在摄像机图像中的像素坐标;

(x_{img_2} , y_{img_2}):在第 2 次采样时刻,地面自然地标在摄像机图像中的像素坐标;

R_x 和 R_y 为摄像机的水平和垂直像素分辨率;

K_x 和 K_y 是根据摄像机像素距离计算实际距离的修正系数;

根据航向角 Ψ 和水平移动速率 \bar{V} ,可以计算出无人直升机的水平飞行速度 V ,所述 V 为矢量:

$$V = V_N i + V_E j$$

其中:

$$\begin{cases} V_N = \bar{V} \cos(\Psi + \beta) \\ V_E = \bar{V} \sin(\Psi + \beta) \end{cases}$$

V_N 和 V_E 分别为无人直升机飞行速度沿地面坐标系 x 轴和 y 轴的分量,所述地面坐标系 x 轴和 y 轴分别以向北和向东为正方向。

基于自然地标的人工直升机视觉测速方法

技术领域

[0001] 本发明是用于测量无人直升机相对地面飞行速度的方法，能够利用无人直升机通常具备的机载摄像机、磁航向传感器和高度计，通过图像识别方法计算无人直升机的飞行速度。主要应用在航空航天、无人机和机器人等技术领域。

背景技术

[0002] 无人直升机的飞行速度是一个关键的飞行参数。以往的飞行测速方法通常有 GPS 测速和空速管测速两种。

[0003] GPS 测速方法通过计算无人直升机在相邻两个采样时间内的 GPS 位移，得到无人直升机相对地面的飞行速度。由于 GPS 信号容易受到建筑物和树木等遮挡。因此，该方法在高空空旷环境中测量效果较好，而在低空复杂环境中可能因无法有效接收 GPS 信号而失效。

[0004] 空速管测量方法通过计算空速管内总压和静压的差值，得到直升机的空速。由于直升机周围流场复杂，空速管测量易受旋翼尾流的干扰而无法测准。此外，空速管的测量值还易受风速的干扰。

[0005] 无人直升机通常配备有飞行控制计算机和机载摄像机。本发明通过引入计算机视觉功能，计算自然地标在机载摄像机拍摄图像中的移动速率，从而可以测量出无人直升机相对地面的飞行速度。本发明不受 GPS 信号和风速的影响，尤其适用于无人直升机在建筑物之间、树丛中，甚至室内等低空复杂环境飞行过程中的精确测速。此外，与传统的方法相比，本发明仅通过算法实现测速功能，而不对无人直升机增加硬件，因此不增加无人直升机的飞行重量。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种用于计算无人直升机对地飞行速度的方法。

[0007] 本发明的特征在于，含有：无人直升机、飞行控制计算机、磁航向传感器、高度计和机载摄像机，其中：

[0008] 在无人直升机的飞行过程中，飞行控制计算机通过磁航向传感器，获得无人直升机的飞行方向；飞行控制计算机通过高度计，获得无人直升机距离地面的高度 H；

[0009] 同时，机载摄像机持续拍摄地面的图像，并将图像实时传送给飞行控制计算机。通过计算地面自然地标在机载摄像机图像中的移动速率，可以计算出无人直升机相对地面的水平移动速率 \bar{V} ，所述 \bar{V} 为标量：

$$[0010] \bar{V} = \frac{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}}{T}$$

$$[0011] \beta = \arctan \frac{x_{img_2} - x_{img_1}}{y_{img_2} - y_{img_1}}$$

[0012] 其中：

$$[0013] \quad \begin{cases} X_1 = \frac{HK_x x_{img_1}}{R_x}, \quad Y_1 = \frac{HK_y y_{img_1}}{R_y} \\ X_2 = \frac{HK_x x_{img_2}}{R_x}, \quad Y_2 = \frac{HK_y y_{img_2}}{R_y} \end{cases}$$

[0014] \bar{V} 是计算得到的地面自然地标在图像中的移动速率, 单位为 m/s, 该速率也就是无人直升机相对地面的水平飞行速率; β 是无人直升机的侧滑角;

[0015] T 为飞行控制计算机对图像的采样周期, 单位为 s;

[0016] H 为无人直升机的飞行高度, 单位为 m;

[0017] (x_{img_1}, y_{img_1}) : 在第 1 次采样时刻点, 地面自然地标在摄像机图像中的像素坐标;

[0018] (x_{img_2}, y_{img_2}) : 在第 2 次采样时刻点, 地面自然地标在摄像机图像中的像素坐标;

[0019] R_x 和 R_y 为摄像机的水平和垂直像素分辨率;

[0020] K_x 和 K_y 是根据摄像机像素距离计算实际距离的修正系数;

[0021] 通过磁航向传感器, 飞行控制计算机可以获得无人直升机的航向角 Ψ 。根据航向角 Ψ 和飞行速率 \bar{V} , 可以计算出无人直升机的水平飞行速度 V, 所述 V 为矢量:

[0022] $V = V_N i + V_E j$

[0023] 其中:

$$[0024] \quad \begin{cases} V_N = \bar{V} \cos(\Psi + \beta) \\ V_E = \bar{V} \sin(\Psi + \beta) \end{cases}$$

[0025] V_N 和 V_E 分别为无人直升机飞行速度沿地面坐标系 x 轴和 y 轴的分量, 所述地面坐标系 x 轴和 y 轴分别以向北和向东为正方向。

[0026] 本发明的优点在于: 结构简单, 可靠性高, 仅通过计算机图像识别算法实现无人直升机的测速, 而不为无人直升机增加额外的重量。

附图说明

[0027] 图 1 是基于自然地标的无人直升机视觉测速方法的原理图。

[0028] 图 2 是地面自然地标在机载摄像机图像平面中移动的示意图。

[0029] 图中 1. 无人直升机, 2. 飞行控制计算机, 3. 磁航向传感器, 4. 高度计, 5. 机载摄像机, 6. 地面。

具体实施方式

[0030] 基于自然地标的无人直升机自主着陆方法主要由无人直升机(1)、飞行控制计算机(2)、磁航向传感器(3)、高度计(4)和机载摄像机(5)组成。

[0031] 在无人直升机(1)的飞行过程中, 飞行控制计算机(2)通过磁航向传感器(3), 获得无人直升机的飞行方向; 飞行控制计算机(2)通过高度计(4), 获得无人直升机(1)距离地面的高度 H;

[0032] 同时, 机载摄像机(5)持续拍摄地面的图像, 并将图像实时传送给飞行控制计算机(2)。飞行控制计算机(2)通过计算在相邻两个采样时间内, 地面自然地标(6)在机载摄像机(5)所拍摄到图像中的移动像素点, 可以计算出无人直升机(1)相对地面的水平移动

速率 \bar{V} ,所述 \bar{V} 为标量:

$$[0033] \quad \bar{V} = \frac{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}}{T}$$

$$[0034] \quad \beta = \arctan \frac{x_{img_2} - x_{img_1}}{y_{img_2} - y_{img_1}}$$

[0035] 其中:

$$[0036] \quad \begin{cases} X_1 = \frac{HK_x x_{img_1}}{R_x}, \quad Y_1 = \frac{HK_y y_{img_1}}{R_y} \\ X_2 = \frac{HK_x x_{img_2}}{R_x}, \quad Y_2 = \frac{HK_y y_{img_2}}{R_y} \end{cases}$$

[0037] \bar{V} 是计算得到的地面自然地标在图像中的移动速率,单位为 m/s,该速率也就是无人直升机相对地面的水平飞行速率; β 是无人直升机的侧滑角;

[0038] T 为飞行控制计算机对图像的采样周期,单位为 s;

[0039] H 为无人直升机的飞行高度,单位为 m;

[0040] (x_{img_1}, y_{img_1}) :在第 1 次采样时刻点,地面自然地标在摄像机图像中的像素坐标;

[0041] (x_{img_2}, y_{img_2}) :在第 2 次采样时刻点,地面自然地标在摄像机图像中的像素坐标;

[0042] R_x 和 R_y 为摄像机的水平和垂直像素分辨率;

[0043] K_x 和 K_y 是根据摄像机像素距离计算实际距离的修正系数;

[0044] 通过磁航向传感器(3),飞行控制计算机(2)可以获得无人直升机(1)的航向角 Ψ 。根据航向角 Ψ 和飞行速率 \bar{V} ,可以计算出无人直升机(1)的水平飞行速度 V ,所述 V 为矢量:

$$[0045] \quad V = V_N i + V_E j$$

[0046] 其中:

$$[0047] \quad \begin{cases} V_N = \bar{V} \cos(\Psi + \beta) \\ V_E = \bar{V} \sin(\Psi + \beta) \end{cases}$$

[0048] V_N 和 V_E 分别为无人直升机(1)飞行速度沿地面坐标系 x 轴和 y 轴的分量,所述地面坐标系 x 轴和 y 轴分别以向北和向东为正方向。

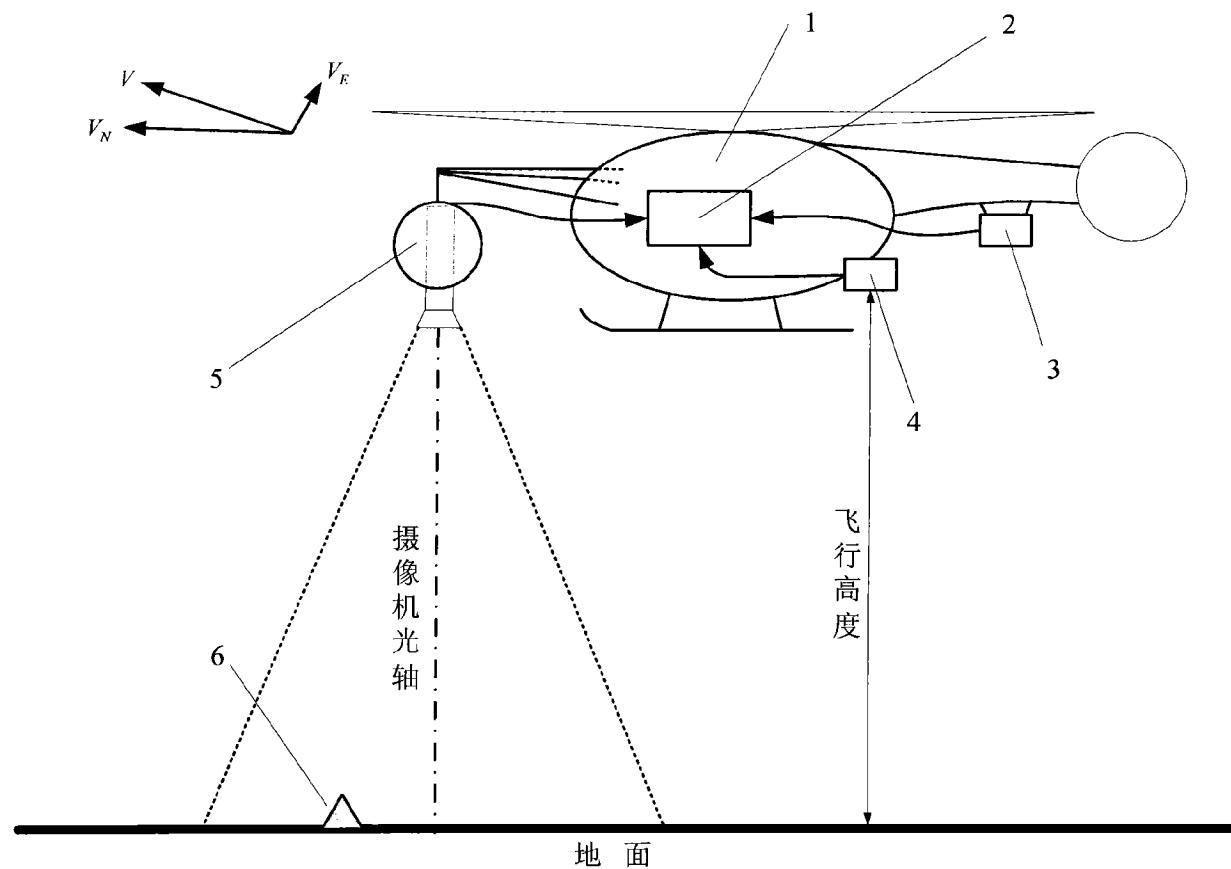


图 1

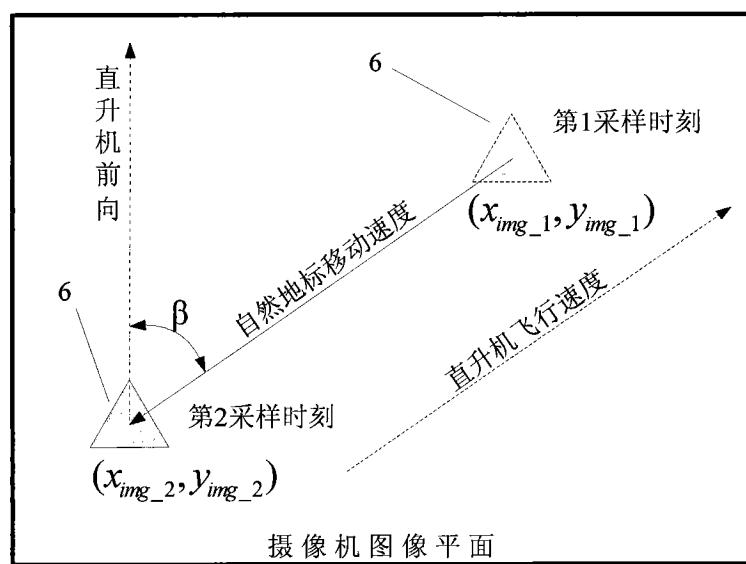


图 2