



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105182994 B

(45)授权公告日 2018.02.06

(21)申请号 201510485633.0

G06K 9/00(2006.01)

(22)申请日 2015.08.10

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105182994 A

CN 104808674 A,2015.07.29,

CN 104361770 A,2015.02.18,

CN 102156481 A,2011.08.17,

(43)申请公布日 2015.12.23

CN 102538782 A,2012.07.04,

(73)专利权人 普宙飞行器科技(深圳)有限公司  
地址 518000 广东省深圳市前海深港合作  
区前湾一路1号A栋201室

CN 104808675 A,2015.07.29,

CN 102156481 A,2011.08.17,

US 2013/0151442 A1,2013.06.13,

(72)发明人 黄立 王宇炫 王效杰 李蔚  
顾兴

刘亚利.背景建模技术的研究与实现.《中国  
优秀硕士学位论文全文数据库》.2010,(第8期),

审查员 左良军

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限  
公司 42104

代理人 唐正玉

(51)Int.Cl.

G05D 1/10(2006.01)

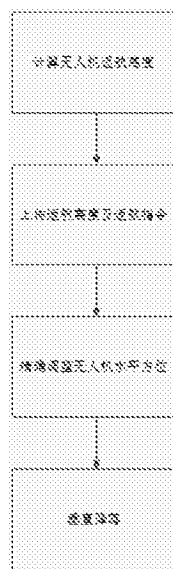
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种无人机定点降落的方法

(57)摘要

本发明公开了一种无人机定点降落的方法,结合GPS和计算机视觉技术的高精度定点降落的方法:首先是计算无人机返航悬停高度;第二步是上传返航悬停点GPS坐标及返航指令,使无人机开始返航;第三步使用人工智能算法精确调整无人机水平方位,使无人机位于目标降落点正上方;最后向无人机下达垂直降落指令,无人机降落至地面。



1. 一种无人机定点降落的方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一,计算无人机返航高度:获取手机摄像头视场角参数,确定GPS定位精度的最大误差;根据视场角、GPS最大误差两个参数计算返航高度H,公式为: $H = \tan\left(90 - \frac{\theta}{2}\right) \cdot r$ ,其中 $\theta$ 表示视场角, $r$ 表示GPS定位精度的最大误差;步骤二,上传返航悬停点坐标及返航指令:APP获取手机GPS坐标,更改GPS坐标,经度、纬度保持不变,高度设置为步骤一计算获得的返航高度值,上传GPS坐标至无人机作为返航悬停点;上传返航降落指令,无人机开始返航;步骤三,精确调整无人机水平方位:使用混合高斯建模算法对背景建模,得到背景帧;判断图像帧,若像素点与背景模型匹配则认定为背景像素,否则为目标像素;获得目标在图像中的位置,计算目标相对手机的水平偏差,依此控制无人机向中心点移动;重复校正,直至无人机位于手机正上方,进入悬停状态;步骤四,垂直降落:确定无人机已达到目标状态;APP上传降落指令,无人机垂直降落。

2. 根据权利要求1所述的无人机定点降落的方法,其特征在于步骤三,精确调整无人机水平方位具体方法为:

无人机接收到GPS坐标及降落指令后将飞行至降落点附近H高度处,进入摄像头视野;

(1) 背景建模

使用RGB的三种颜色分量对背景进行高斯建模,则每帧图像 $I(X, t)$ 表示为公式:

$$I(X, t) = \{I_R(X, t), I_G(X, t), I_B(X, t)\}$$

其中 $X = (x, y)$ 表示每个像素点, $t$ 为时刻;

每个状态 $K$ 都用一个高斯函数来表示;若在 $t$ 时刻,用 $X_t$ 来表示每个像素点,则用 $K$ 个状态高斯分布的线性组合来表示这个像素点的概率密度函数 $P(X_t = x)$ ,公式为:

$$\begin{cases} P(X_t = x) = \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} \eta(x; \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) \\ \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} = 1 \end{cases}$$

其中, $X_t$ 表示每个像素点, $\omega_i$ 表示第 $i$ 个高斯分布的权值, $\mu_i$ 和 $\Sigma_i$ 分别表示第 $i$ 个高斯分布的均值和协方差, $\eta(x; \mu_i, \Sigma_i)$ 表示 $t$ 时刻第 $i$ 个高斯分布;

其中, $\eta(x; \mu_i, \Sigma_i)$ 公式为:

$$\eta(x; \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma_{i,t}|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu_{i,t})^T \Sigma_{i,t}^{-1} (x-\mu_{i,t})}$$

其中, $n$ 为需要进行滤波的图像的维数, $T$ 为阈值,一般取0.75

通过计算一段时间内视频序列中每个像素点平均灰度值 $\mu_0$ 以及方差 $\sigma_0$ 来初始化混合高斯模型,即:

$$\begin{cases} \sigma_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N \times T} \alpha_i \mu_i^2 \\ \mu_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N \times T} \alpha_i x_i \end{cases}$$

其中 $\mu_0$ 为平均灰度值, $\sigma_0$ 为方差, $N$ 表示像素点数量;

对于深度为8位的视频帧来说,每个的像素值的范围为0-255,因此混合高斯模型的参数初始化使用简化公式:

$$\begin{cases} \omega = 1/K \\ \mu = 255 \times rand \end{cases}$$

方差则取较大值,初始方差为36, $rand \in [0, 1)$ ;

### (2) 匹配像素点

接下来需要对图像内的像素点进行判断,看它能否与所建立的背景模型匹配,若像素点匹配,则认定为背景像素,否则为目标像素;表明像素点与第 $K$ 个状态的高斯模型相匹配的公式:

$$|x_t - \mu_{i,t-1}| \leq D \times \sigma_{i,t-1}$$

其中, $x_t$ 表示每个像素点, $\mu_{i,t-1}$ 表示时刻第 $i$ 个高斯分布的均值, $\sigma_{i,t-1}$ 表示时刻第 $i$ 个高斯分布的方差, $D$ 为自定义参数,取值2.5;

若像素点与背景高斯模型匹配成功,更新公式为:

$$\begin{cases} \omega_{k,t} = (1-\alpha)\omega_{k,t-1} + \alpha \\ \mu_{k,t} = (1-p)\mu_{k,t-1} + p x_{t-1} \\ \Sigma_{k,t} = (1-p)\Sigma_{k,t-1} + p(x_{t-1} - \mu_{k,t-1})^T(x_{t-1} - \mu_{k,t-1}) \\ p = \alpha / \omega_{k,t} \end{cases}$$

其中 $\alpha$ 表示背景更新的速率, $p$ 为像素点的概率密度, $\omega_{k,t}$ 表示第 $k$ 张图像在 $t$ 时刻高斯分布的权值, $\mu_{k,t}$ 表示第 $k$ 张图像在 $t$ 时刻高斯分布的均值, $0 < \alpha < 1$ , $\Sigma_{k,t}$ 表示表示第 $k$ 张图像在 $t$ 时刻高斯分布的方差, $T$ 为阈值,一般取0.75, $\alpha$ 越大则背景更新的速度就越快,反之越慢,;若是像素点不能和背景高斯模型匹配,那么将会采用一个新的高斯模型来取代权值较小的高斯模型,即重新初始化一个较大的方差,均值保持不变,其权值则重新计算,公式为:

$$\omega_{k,t} = (1-\alpha) \omega_{k,t-1}$$

### (3) 实时更新背景模型

在实际应用中,视频中的背景环境并不是一成不变的,背景像素值会随着光线的闪烁或者拍摄位置的移动而变化,对背景信息进行实时的更新机制,才能够适应周围的环境,及时鲁棒的检测目标;背景信息的更新公式:

$$B_{t+1} = (1-\alpha) B_t + \alpha I_t$$

其中, $\alpha$ 为常数,一般为设置0.1, $B_t$ 表示 $t$ 时刻的背景图像灰度值, $I_t$ 表示 $t$ 时刻的图像。

## 一种无人机定点降落的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种无人机定点降落的方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,无人驾驶的飞行器在航拍领域的应用极为广泛,获取飞行器的地理位置坐标主要依靠全球定位系统(GPS)。

[0003] GPS是20世纪70年代初在美军“子午卫星导航系统”的技术上发展而来的,具有全球性、全能性、全天候优势的导航定位、定时、测试系统。GPS一般可采用4颗卫星的测量数据来计算一个移动接收端的位置,在天气条件良好的情况下,单点定位的精度范围在5-40m之间。

[0004] 考虑到使用手机APP操纵无人机降落,在恶劣的环境下,降落点精度需要控制在dm级别,单独依靠GPS定位不能满足实际应用的需求。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的提供一种无人机定点降落的方法,本发明方法结合GPS和计算机视觉技术,能够将无人机降落位置精度控制在10cm之内。

[0006] 本发明采用的一个方案是:

[0007] 一种无人机定点降落的方法,其特征在于包括以下步骤:

[0008] 步骤一,计算无人机返航高度:获取手机摄像头视场角参数;确定GPS定位精度的最大误差;根据视场角、GPS最大误差两个参数计算返航高度;步骤二,上传返航悬停点坐标及返航指令:APP获取手机GPS坐标;更改GPS坐标,经度、纬度保持不变,高度设置为步骤一计算获得的返航高度值;上传GPS坐标至无人机作为返航悬停点;上传返航降落指令,无人机开始返航;步骤三,精确调整无人机水平方位:使用混合高斯建模算法对背景建模,得到背景帧;判断图像帧,若像素点与背景模型匹配则认定为背景像素,否则为目标像素;获得目标在图像中的位置,计算目标相对手机的水平偏差,依此控制无人机向中心点移动;重复校正,直至无人机位于手机正上方,进入悬停状态;步骤四,垂直降落:确定无人机已达到目标状态;APP上传降落指令,无人机垂直降落。

[0009] 本发明的有益效果为:区别于单独依靠GPS定位技术,本发明提供的方法可摆脱天气等客观条件的约束,定点降落具有更高的精准性、可靠性和安全性。

### 附图说明

[0010] 图1是本发明实施例提供的高精度定点降落处理方法的流程图。

### 具体实施方式

[0011] 结合附图及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。

[0012] 如图1所示,具体实施方式如下:

[0013] 1、计算返航高度

[0014] 获取手机摄像头视场角参数 $\theta$ ，确定GPS定位精度的最大误差 $r$ ；根据视场角 $\theta$ 、GPS定位精度的最大误差 $r$ 两个参数计算返航高度 $H$ ，公式为：

$$[0015] \quad H = \tan\left(90 - \frac{\theta}{2}\right) \cdot r$$

[0016] 其中 $\theta$ 表示视场角， $r$ 表示GPS定位精度的最大误差。

[0017] 2、下达返航指令

[0018] 获取手机当前GPS经纬度坐标，高度设置为步骤1计算结果，发送至无人机，并发送降落指令。将手机平放于地面，摄像头向上。

[0019] 3、精确调整无人机水平方位。

[0020] 无人机接收到GPS坐标及降落指令后将飞行至降落点附近 $H$ 高度处，进入摄像头视野。

[0021] (1) 背景建模

[0022] 使用RGB的三种颜色分量对背景进行高斯建模，则每帧图像 $I(X, t)$ 表示为公式：

$$[0023] \quad I(X, t) = \{I_R(X, t), I_G(X, t), I_B(X, t)\}$$

[0024] 其中 $X = (x, y)$ 表示每个像素点， $t$ 为时刻；

[0025] 每个状态 $K$ 都用一个高斯函数来表示；若在 $t$ 时刻，用 $X_t$ 来表示每个像素点，则用 $K$ 个状态高斯分布的线性组合来表示这个像素点的概率密度函数 $P(X_t = x)$ ，公式为：

$$[0026] \quad \begin{cases} P(X_t = x) = \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} \eta(x; \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) \\ \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} = 1 \end{cases}$$

[0027] 其中， $X_t$ 表示每个像素点， $\omega_i$ 表示第 $i$ 个高斯分布的权值， $\mu_i$ 和 $\Sigma_i$ 分别表示第 $i$ 个高斯分布的均值和协方差， $\eta(x; \mu_i, \Sigma_i)$ 表示 $t$ 时刻第 $i$ 个高斯分布。

[0028] 其中， $\eta(x; \mu_i, \Sigma_i)$ 公式为：

$$[0029] \quad \eta(x; \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma_{i,t}|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu_{i,t})^T \Sigma_{i,t}^{-1} (x-\mu_{i,t})}$$

[0030] 其中， $n$ 为需要进行滤波的图像的维数， $T$ 为阈值，一般取0.75。

[0031] 通过计算一段时间内视频序列中每个像素点平均灰度值 $\mu_0$ 以及方差 $\sigma_0$ 来初始化混合高斯模型，即：

$$[0032] \quad \begin{cases} \mu_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i \cdot \mu_0)^2 \\ \sigma_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i^2 \end{cases}$$

[0033] 其中 $\mu_0$ 为平均灰度值， $\sigma_0$ 为方差， $N$ 表示像素点数量。

[0034] 对于深度为8位的视频帧来说，每个的像素值的范围为0-255，因此混合高斯模型的参数初始化使用简化公式：

$$[0035] \quad \begin{cases} \omega = 1/K \\ \mu = 255 \times rand \end{cases}$$

[0036] 方差则取较大值,初始方差为36,  $rand \in [0, 1)$ 。

[0037] (2) 匹配像素点

[0038] 接下来需要对图像内的像素点进行判断,看它能否与所建立的背景模型匹配,若像素点匹配,则认定为背景像素,否则为目标像素;表明像素点与第K个状态的高斯模型相匹配的公式:

$$[0039] \quad |x_t - \mu_{i,t-1}| \leq D \times \sigma_{i,t-1}$$

[0040] 其中,  $x_t$ 表示每个像素点,  $\mu_{i,t-1}$ 表示t-1时刻第i个高斯分布的均值,  $\sigma_{i,t-1}$ 表示t-1时刻第i个高斯分布的方差, D为自定义参数,取值2.5。

[0041] 若像素点与背景高斯模型匹配成功,更新公式为:

$$[0042] \quad \begin{cases} \omega_{k,t} = (1-\alpha)\omega_{k,t-1} + \alpha \\ \mu_{k,t} = (1-p)\mu_{k,t-1} + p\mathbf{x}_{t-1} \\ \Sigma_{k,t} = (1-p)\Sigma_{k,t-1} + p(\mathbf{x}_{t-1} - \mu_{k,t-1})^T(\mathbf{x}_{t-1} - \mu_{k,t-1}) \\ p = \alpha / \omega_{k,t} \end{cases}$$

[0043] 其中 $\alpha$ 表示背景更新的速率,  $p$ 为像素点的概率密度,  $\omega_{k,t}$ 表示第k张图像在t时刻高斯分布的权值,  $\mu_{k,t}$ 表示第k张图像在t时刻高斯分布的均值。 $0 < \alpha < 1$ ,  $\Sigma_{k,t}$ 表示表示第k张图像在t时刻高斯分布的方差, T为阈值,一般取0.75。 $\alpha$ 越大则背景更新的速度就越快,反之越慢,;若是像素点不能和背景高斯模型匹配,那么将会采用一个新的高斯模型来取代权值较小的高斯模型,即重新初始化一个较大的方差,均值保持不变,其权值则重新计算,公式为:

$$[0044] \quad \omega_{k,t} = (1-\alpha)\omega_{k,t-1}$$

[0045] (3) 实时更新背景模型

[0046] 在实际应用中,视频中的背景环境并不是一成不变的,背景像素值会随着光线的闪烁或者拍摄位置的移动而变化,对背景信息进行实时的更新机制,才能够适应周围的环境,及时鲁棒的检测目标;背景信息的更新公式:

$$[0047] \quad B_{t+1} = (1-\alpha)B_t + \alpha I_t$$

[0048] 其中, $\alpha$ 为常数,一般为设置0.1,  $B_t$ 表示t时刻的背景图像灰度值,  $I_t$ 表示t时刻的图像。

[0049] 4、垂直降落

[0050] APP向无人机发送降落指令,无人机垂直降落。

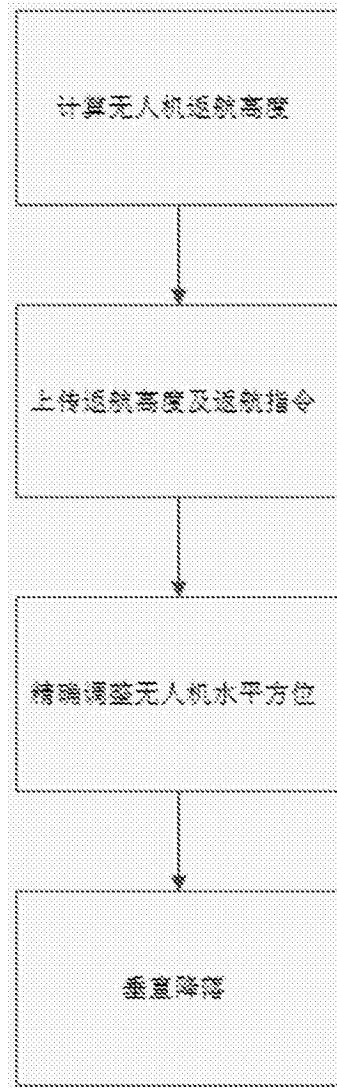


图1