



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105182995 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201510574657.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.03.10

G05D 1/10(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 孟祥龙

申请公布号 CN 105182995 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(62)分案原申请数据

201510104994.6 2015.03.10

(73)专利权人 海安索菲亚生态环境新材料科技
有限公司

地址 226600 江苏省南通市海安县城东镇
晓星大道8号

(72)发明人 方钧宇 方永勤

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理
有限公司 11246

代理人 龚燮英

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

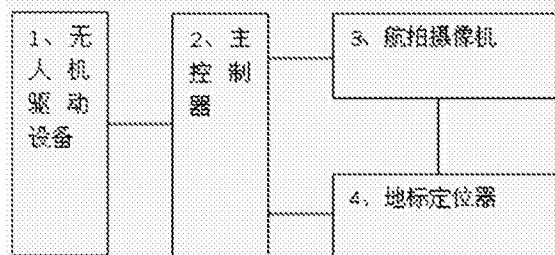
(54)发明名称

无人机自动着陆系统

(57)摘要

本发明涉及一种无人机自动着陆系统,所述系统包括航拍摄像机、地标定位器、无人机驱动设备和主控制器,所述航拍摄像机对机下的疑似地标区域进行拍摄以获得疑似地标图像,所述地标定位器对所述疑似地标图像进行图像处理以在确定所述疑似地标图像中存在地标时获得无人机距离地标的相对高度和相对定位距离,所述主控制器与所述地标定位器和所述无人机驱动设备分别连接,基于所述相对高度和所述相对定位距离控制所述无人机驱动设备以驱动所述无人机着陆到地标上。通过本发明,能够完成各种不同地形下的无人机的自动、准确着陆,提高了无人机的智能化水平。

无人机自动着陆系统



1. 一种无人机自动着陆系统,其特征在于,所述系统包括航拍摄像机、地标定位器、无人机驱动设备和主控制器,所述航拍摄像机对机下的疑似地标区域进行拍摄以获得疑似地标图像,所述地标定位器对所述疑似地标图像进行图像处理以在确定所述疑似地标图像中存在地标时获得无人机距离地标的相对高度和相对定位距离,所述主控制器与所述地标定位器和所述无人机驱动设备分别连接,基于所述相对高度和所述相对定位距离控制所述无人机驱动设备以驱动所述无人机着陆到地标上;

所述系统还包括:

地形识别器,与所述航拍摄像机连接,用于基于所述疑似地标图像确定机下地形的类型,所述机下地形的类型包括平原、草地、山区、沙漠、舰艇、戈壁、城市和丘陵;

无线收发设备,与远端的无人机控制平台建立双向的无线通信链路,与地形识别器和存储设备分别连接,将所述机下地形的类型发送到所述无人机控制平台,以接收所述无人机控制平台返回的、与所述机下地形的类型对应的地标分割颜色数据,并将所述地标分割颜色数据存储到存储设备中,所述地标分割颜色数据包括地标R通道范围、地标G通道范围和地标B通道范围,所述地标R通道范围、所述地标G通道范围和所述地标B通道范围用于将RGB图像中的地标与RGB图像背景分离;

GPS定位器,与GPS导航卫星连接,用于接收无人机所在位置的实时定位数据;

存储设备,用于预先存储预设高度范围、预设气压高度权重和预设超声波高度权重,还用于预先存储各个种类的地标的基准图像模板和各个种类的地标的仿射不变矩特征,每一个种类的地标的基准图像模板为对每一个种类的基准地标预先拍摄所获得的图案,每一个种类的地标的仿射不变矩特征提取自每一个种类的地标的基准图像模板;

高度传感设备,与所述存储设备连接,包括气压高度传感器、超声波高度传感器和微控制器;所述气压高度传感器用于根据无人机附近的气压变化,检测无人机所在位置的实时气压高度;所述超声波高度传感器包括超声波发射机、超声波接收机和单片机,所述单片机与所述超声波发射机和所述超声波接收机分别连接,所述超声波发射机向地面发射超声波,所述超声波接收机接收地面反射的超声波,所述单片机根据所述超声波发射机的发射时间、所述超声波接收机的接收时间和超声波传播速度计算无人机的实时超声波高度;所述微控制器与所述气压高度传感器、所述超声波高度传感器和所述存储设备分别连接,当所述实时气压高度和所述实时超声波高度的差在所述预设高度范围时,基于所述预设气压高度权重、所述预设超声波高度权重、所述实时气压高度和所述实时超声波高度计算并输出所述实时高度,当所述实时气压高度和所述实时超声波高度的差不在所述预设高度范围时,输出高度检测失败信号;

所述航拍摄像机为线阵数码航空摄影机,包括减震底架、前盖玻璃、镜头、滤镜和成像电子单元,用于对所述疑似地标区域进行拍摄以获得疑似地标图像;

所述地标定位器与所述航拍摄像机、所述存储设备、所述GPS定位器和所述高度传感设备分别连接,包括图像预处理子设备、疑似地标分割子设备、地标识别子设备和相对位置检测子设备;所述图像预处理子设备对所述疑似地标图像依次进行对比度增强处理、中值滤波处理和RGB色彩空间转换处理,以获得疑似地标RGB图像;所述疑似地标分割子设备与所述图像预处理子设备和所述存储设备分别连接,计算所述疑似地标RGB图像中每一个像素的R通道值、G通道值和B通道值,当某一像素的R通道值在所述地标R通道范围内、G通道值在

所述地标G通道范围内且B通道值在所述地标B通道范围内时,将其确定为疑似地标像素,将所述疑似地标RGB图像中所有疑似地标像素组合以形成疑似地标子图案;所述地标识别子设备与所述疑似地标分割子设备和所述存储设备分别连接,计算所述疑似地标子图案的仿射不变矩特征,将所述疑似地标子图案与各个种类的地标的基准图像模板逐一匹配,匹配失败则输出无地标信号,匹配成功则获得匹配的地标类型并将所述存储设备中与匹配的地标类型对应的仿射不变矩特征与所述疑似地标子图案的仿射不变矩特征比较,不同则输出无地标信号,相同则输出存在地标信号、匹配的地标类型以及所述疑似地标子图案在所述疑似地标RGB图像中的图像相对位置;所述相对位置检测子设备与所述地标识别子设备、所述GPS定位器和所述高度传感设备分别连接,在接收到存在地标信号时,基于所述图像相对位置和所述实时定位数据计算所述无人机距离地标的相对定位距离,以及将所述实时高度作为所述无人机距离地标的相对高度;

所述主控制器与所述地标定位器、所述高度传感设备和所述无人机驱动设备分别连接,在接收到所述高度检测失败信号或所述无地标信号时,将所述高度检测失败信号或所述无地标信号通过所述无线收发设备转发给所述无人机控制平台;所述主控制器在接收到所述相对定位距离且接收到所述相对高度时,基于所述相对定位距离和所述相对高度控制所述无人机驱动设备以驱动所述无人机着陆到地标上,

所述图像预处理子设备、所述疑似地标分割子设备、所述地标识别子设备和所述相对位置检测子设备分别采用不同的FPGA芯片来实现,

将所述图像预处理子设备、所述疑似地标分割子设备、所述地标识别子设备和所述相对位置检测子设备集成在一块集成电路板上,

所述无人机为旋翼无人机。

无人机自动着陆系统

[0001] 本发明是申请号为201510104994.6、申请日为2015年3月10日、发明名称为“无人机自动着陆系统”的专利的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及无人机导航领域,尤其涉及一种无人机自动着陆系统。

背景技术

[0003] 随着无人机技术的日趋成熟和航空摄影技术的进一步拓展,在军用无人机应用领域上,无人机常用于侦查监视等形式的作战支援,更关键的是,民用无人机的应用领域也日益广泛,包括:摄影测量、应急救援、公共安全、资源勘探、环境监测、自然灾害监测与评估、城市规划与市政管理、林火病虫害防护与监测等。

[0004] 由于无人机在各个领域发挥着越来越重要的作用,人们对无人机飞行的智能化要求也越来越高。一般来说,无人机的起飞方面的控制较为方便,而无人机的着陆回收难以控制,但是无人机的自主着陆对无人机完成既定任务后回收又具有重要意义,因此提高无人机自主着陆的准确度即可极大地提高无人机的智能化水平。

[0005] 现有技术中,无人机的自主着陆采用惯性导航系统INS、GPS导航系统或者INS和GPS组合导航系统来完成。然而INS的设备昂贵、单纯的GPS导航系统精度不高,而且惯性导航系统INS、GPS导航系统或者INS和GPS组合导航系统都不能实现着陆的完全智能化,另外,现有的无人机着陆控制只局限于特定地形的地标寻找、定位和着陆,无法实现所有地形下的无人机自动着陆。

[0006] 因此,需要一种新的无人机自动着陆方案,能够在成本和精度之间获得良好的均衡,具有较好的性价比,同时,能够顺利寻找到各种地形下的着陆地标并完全自动地实现无人机的顺利着陆。

发明内容

[0007] 为了解决上述问题,本发明提供了一种无人机自动着陆系统,通过采用地标模板匹配和地标图案的仿射不变矩特征匹配相结合的方式准确寻找到着陆地标,通过导航技术、高度测量技术以及图像处理技术获得无人机距离着陆地标的相对位置,同时地形识别技术和无线通信技术的联合使用实现了不同地形下的着陆地标的搜索,整个着陆系统无需外界干涉,完全自动实现,并具有合适的性价比。

[0008] 根据本发明的一方面,提供了一种无人机自动着陆系统,所述系统包括航拍摄像机、地标定位器、无人机驱动设备和主控制器,所述航拍摄像机对机下的疑似地标区域进行拍摄以获得疑似地标图像,所述地标定位器对所述疑似地标图像进行图像处理以在确定所述疑似地标图像中存在地标时获得无人机距离地标的相对高度和相对定位距离,所述主控制器与所述地标定位器和所述无人机驱动设备分别连接,基于所述相对高度和所述相对定位距离控制所述无人机驱动设备以驱动所述无人机着陆到地标上。

[0009] 更具体地,在所述无人机自动着陆系统中,还包括:地形识别器,与所述航拍摄像机连接,用于基于所述疑似地标图像确定机下地形的类型,所述机下地形的类型包括平原、草地、山区、沙漠、舰艇、戈壁、城市和丘陵;无线收发设备,与远端的无人机控制平台建立双向的无线通信链路,与地形识别器和存储设备分别连接,将所述机下地形的类型发送到所述无人机控制平台,以接收所述无人机控制平台返回的、与所述机下地形的类型对应的地标分割颜色数据,并将所述地标分割颜色数据存储到存储设备中,所述地标分割颜色数据包括地标R通道范围、地标G通道范围和地标B通道范围,所述地标R通道范围、所述地标G通道范围和所述地标B通道范围用于将RGB图像中的地标与RGB图像背景分离;GPS定位器,与GPS导航卫星连接,用于接收无人机所在位置的实时定位数据;存储设备,用于预先存储预设高度范围、预设气压高度权重和预设超声波高度权重,还用于预先存储各个种类的地标的基准图像模板和各个种类的地标的仿射不变矩特征,每一个种类的地标的基准图像模板为对每一个种类的基准地标预先拍摄所获得的图案,每一个种类的地标的仿射不变矩特征提取自每一个种类的地标的基准图像模板;高度传感设备,与所述存储设备连接,包括气压高度传感器、超声波高度传感器和微控制器;所述气压高度传感器用于根据无人机附近的气压变化,检测无人机所在位置的实时气压高度;所述超声波高度传感器包括超声波发射机、超声波接收机和单片机,所述单片机与所述超声波发射机和所述超声波接收机分别连接,所述超声波发射机向地面发射超声波,所述超声波接收机接收地面反射的超声波,所述单片机根据所述超声波发射机的发射时间、所述超声波接收机的接收时间和超声波传播速度计算无人机的实时超声波高度;所述微控制器与所述气压高度传感器、所述超声波高度传感器和所述存储设备分别连接,当所述实时气压高度和所述实时超声波高度的差在所述预设高度范围时,基于所述预设气压高度权重、所述预设超声波高度权重、所述实时气压高度和所述实时超声波高度计算并输出所述实时高度,当所述实时气压高度和所述实时超声波高度的差不在所述预设高度范围时,输出高度检测失败信号;所述航拍摄像机为线阵数码航空摄影机,包括减震底架、前盖玻璃、镜头、滤镜和成像电子单元,用于对所述疑似地标区域进行拍摄以获得疑似地标图像;所述地标定位器与所述航拍摄像机、所述存储设备、所述GPS定位器和所述高度传感设备分别连接,包括图像预处理子设备、疑似地标分割子设备、地标识别子设备和相对位置检测子设备;所述图像预处理子设备对所述疑似地标图像依次进行对比度增强处理、中值滤波处理和RGB色彩空间转换处理,以获得疑似地标RGB图像;所述疑似地标分割子设备与所述图像预处理子设备和所述存储设备分别连接,计算所述疑似地标RGB图像中每一个像素的R通道值、G通道值和B通道值,当某一像素的R通道值在所述地标R通道范围内、G通道值在所述地标G通道范围内且B通道值在所述地标B通道范围内时,将其确定为疑似地标像素,将所述疑似地标RGB图像中所有疑似地标像素组合以形成疑似地标子图案;所述地标识别子设备与所述疑似地标分割子设备和所述存储设备分别连接,计算所述疑似地标子图案的仿射不变矩特征,将所述疑似地标子图案与各个种类的地标的基准图像模板逐一匹配,匹配失败则输出无地标信号,匹配成功则获得匹配的地标类型并将所述存储设备中与匹配的地标类型对应的仿射不变矩特征与所述疑似地标子图案的仿射不变矩特征比较,不同则输出无地标信号,相同则输出存在地标信号、匹配的地标类型以及所述疑似地标子图案在所述疑似地标RGB图像中的图像相对位置;所述相对位置检测子设备与所述地标识别子设备、所述GPS定位器和所述高度传感设备分别连接,在接收到

存在地标信号时,基于所述图像相对位置和所述实时定位数据计算所述无人机距离地标的相对定位距离,以及将所述实时高度作为所述无人机距离地标的相对高度;所述主控制器与所述地标定位器、所述高度传感设备和所述无人机驱动设备分别连接,在接收到所述高度检测失败信号或所述无地标信号时,将所述高度检测失败信号或所述无地标信号通过所述无线收发设备转发给所述无人机控制平台;所述主控制器在接收到所述相对定位距离且接收到所述相对高度时,基于所述相对定位距离和所述相对高度控制所述无人机驱动设备以驱动所述无人机着陆到地标上。

[0010] 更具体地,在所述无人机自动着陆系统中:当所述机下地形的类型为平原时,所述机下地形的类型对应的地标分割颜色数据中,地标R通道范围为150到255,地标G通道范围为0到120,地标B通道范围为1到150。

[0011] 更具体地,在所述无人机自动着陆系统中:所述航拍摄像机为超高清航拍摄像机,所拍摄的疑似地标图像的分辨率为 3840×2160 。

[0012] 更具体地,在所述无人机自动着陆系统中:所述图像预处理子设备、所述疑似地标分割子设备、所述地标识别子设备和所述相对位置检测子设备分别采用不同的FPGA芯片来实现。

[0013] 更具体地,在所述无人机自动着陆系统中:将所述图像预处理子设备、所述疑似地标分割子设备、所述地标识别子设备和所述相对位置检测子设备集成在一块集成电路板上。

[0014] 更具体地,在所述无人机自动着陆系统中:所述无人机为旋翼无人机。

附图说明

[0015] 以下将结合附图对本发明的实施方案进行描述,其中:

[0016] 图1为根据本发明实施方案示出的无人机自动着陆系统的结构方框图。

[0017] 图2为根据本发明实施方案示出的无人机自动着陆系统的地标定位器的结构方框图。

具体实施方式

[0018] 下面将参照附图对本发明的无人机自动着陆系统的实施方案进行详细说明。

[0019] 无人机,即无人驾驶飞机,其英文缩写为“UAV”,是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机。从技术角度定义可以分为:无人直升机、无人固定翼机、无人多旋翼飞行器、无人飞艇、无人伞翼机这几大类。从用途方面分类可分为军用无人机和民用无人机。军用方面,可用于完成战场侦察和监视、定位校射、毁伤评估、电子战,而民用方面,可用于边境巡逻、核辐射探测、航空摄影、航空探矿、灾情监视、交通巡逻和治安监控。

[0020] 无人机在军事方面的应用无需多言,目前,无人机在民用方面的应用也越来越广泛。由于无人机飞行控制的特殊性,往往在起飞时容易进行飞行控制,而在降落即回收时由于需要飞往特定着陆点,例如着陆地标位置,因而对飞行控制的要求更高,飞行控制的难度也更大,如何在无人机着陆时减少人为操作,实现各种地形下的高精度全自动着陆,是每一家无人机公司急需解决的问题之一。

[0021] 现有技术中的无人机着陆方式无法做到高精度和低开销之间的有效均衡,而且无

法实现所有地形下的无人机自动着陆,其智能化水平不高。为此,本发明搭建了一种无人机自动着陆系统,采用各种有针对性的图像处理设备提高着陆地标定位的精度,同时,地形识别技术和无线通信技术的联合使用满足了不同地形下的着陆要求。

[0022] 图1为根据本发明实施方案示出的无人机自动着陆系统的结构方框图,所述系统包括无人机驱动设备1、主控制器2、航拍摄像机3和地标定位器4,所述航拍摄像机3与所述地标定位器4连接,所述主控制器2与所述无人机驱动设备1、所述航拍摄像机3和所述地标定位器4分别连接。

[0023] 其中,所述航拍摄像机3对机下的疑似地标区域进行拍摄以获得疑似地标图像,所述地标定位器4对所述疑似地标图像进行图像处理以在确定所述疑似地标图像中存在地标时获得无人机距离地标的相对高度和相对定位距离,所述主控制器2基于所述相对高度和所述相对定位距离控制所述无人机驱动设备1以驱动所述无人机着陆到地标上。

[0024] 接着,继续对本发明的无人机自动着陆系统的具体结构进行进一步的说明。

[0025] 所述系统还包括:地形识别器,与所述航拍摄像机3连接,用于基于所述疑似地标图像确定机下地形的类型,所述机下地形的类型包括平原、草地、山区、沙漠、舰艇、戈壁、城市和丘陵。

[0026] 所述系统还包括:无线收发设备,与远端的无人机控制平台建立双向的无线通信链路,与地形识别器和存储设备分别连接,将所述机下地形的类型发送到所述无人机控制平台,以接收所述无人机控制平台返回的、与所述机下地形的类型对应的地标分割颜色数据,并将所述地标分割颜色数据存储到存储设备中,所述地标分割颜色数据包括地标R通道范围、地标G通道范围和地标B通道范围,所述地标R通道范围、所述地标G通道范围和所述地标B通道范围用于将RGB图像中的地标与RGB图像背景分离。

[0027] 所述系统还包括:GPS定位器,与GPS导航卫星连接,用于接收无人机所在位置的实时定位数据。

[0028] 所述系统还包括:存储设备,用于预先存储预设高度范围、预设气压高度权重和预设超声波高度权重,还用于预先存储各个种类的地标的基准图像模板和各个种类的地标的仿射不变矩特征,每一个种类的地标的基准图像模板为对每一个种类的基准地标预先拍摄所获得的图案,每一个种类的地标的仿射不变矩特征提取自每一个种类的地标的基准图像模板。

[0029] 所述系统还包括:高度传感设备,与所述存储设备连接,包括气压高度传感器、超声波高度传感器和微控制器;所述气压高度传感器用于根据无人机附近的气压变化,检测无人机所在位置的实时气压高度;所述超声波高度传感器包括超声波发射机、超声波接收机和单片机,所述单片机与所述超声波发射机和所述超声波接收机分别连接,所述超声波发射机向地面发射超声波,所述超声波接收机接收地面反射的超声波,所述单片机根据所述超声波发射机的发射时间、所述超声波接收机的接收时间和超声波传播速度计算无人机的实时超声波高度;所述微控制器与所述气压高度传感器、所述超声波高度传感器和所述存储设备分别连接,当所述实时气压高度和所述实时超声波高度的差在所述预设高度范围时,基于所述预设气压高度权重、所述预设超声波高度权重、所述实时气压高度和所述实时超声波高度计算并输出所述实时高度,当所述实时气压高度和所述实时超声波高度的差不在所述预设高度范围时,输出高度检测失败信号。

[0030] 所述航拍摄像机3为线阵数码航空摄影机,包括减震底架、前盖玻璃、镜头、滤镜和成像电子单元,用于对所述疑似地标区域进行拍摄以获得疑似地标图像。

[0031] 如图2所示,所述地标定位器4与所述航拍摄像机3、所述存储设备、所述GPS定位器和所述高度传感设备分别连接,所述地标定位器4包括图像预处理子设备41、疑似地标分割子设备42、地标识别子设备43和相对位置检测子设备44。

[0032] 所述图像预处理子设备41对所述疑似地标图像依次进行对比度增强处理、中值滤波处理和RGB色彩空间转换处理,以获得疑似地标RGB图像。

[0033] 所述疑似地标分割子设备42与所述图像预处理子设备41和所述存储设备分别连接,计算所述疑似地标RGB图像中每一个像素的R通道值、G通道值和B通道值,当某一像素的R通道值在所述地标R通道范围内、G通道值在所述地标G通道范围内且B通道值在所述地标B通道范围内时,将其确定为疑似地标像素,将所述疑似地标RGB图像中所有疑似地标像素组合以形成疑似地标子图案。

[0034] 所述地标识别子设备43与所述疑似地标分割子设备42和所述存储设备分别连接,计算所述疑似地标子图案的仿射不变矩特征,将所述疑似地标子图案与各个种类的地标的基准图像模板逐一匹配,匹配失败则输出无地标信号,匹配成功则获得匹配的地标类型并将所述存储设备中与匹配的地标类型对应的仿射不变矩特征与所述疑似地标子图案的仿射不变矩特征比较,不同则输出无地标信号,相同则输出存在地标信号、匹配的地标类型以及所述疑似地标子图案在所述疑似地标RGB图像中的图像相对位置。

[0035] 所述相对位置检测子设备44与所述地标识别子设备43、所述GPS定位器和所述高度传感设备分别连接,在接收到存在地标信号时,基于所述图像相对位置和所述实时定位数据计算所述无人机距离地标的相对定位距离,以及将所述实时高度作为所述无人机距离地标的相对高度。

[0036] 所述主控制器2与所述地标定位器4、所述高度传感设备和所述无人机驱动设备1分别连接,在接收到所述高度检测失败信号或所述无地标信号时,将所述高度检测失败信号或所述无地标信号通过所述无线收发设备转发给所述无人机控制平台;所述主控制器2在接收到所述相对定位距离且接收到所述相对高度时,基于所述相对定位距离和所述相对高度控制所述无人机驱动设备1以驱动所述无人机着陆到地标上。

[0037] 其中,在所述系统中:当所述机下地形的类型为平原时,所述机下地形的类型对应的地标分割颜色数据中,地标R通道范围为150到255,地标G通道范围为0到120,地标B通道范围为1到150;所述航拍摄像机3为超高清航拍摄像机,所拍摄的疑似地标图像的分辨率为 3840×2160 ;所述图像预处理子设备41、所述疑似地标分割子设备42、所述地标识别子设备43和所述相对位置检测子设备44分别采用不同的FPGA芯片来实现,可选地,将所述图像预处理子设备41、所述疑似地标分割子设备42、所述地标识别子设备43和所述相对位置检测子设备44集成在一块集成电路板上,以及可选地,所述无人机为旋翼无人机。

[0038] 另外,中值滤波器是一种非线性数字滤波器技术,经常用于去除图像或者其它信号中的噪声。中值滤波器的设计思想就是检查输入信号中的采样并判断它是否代表了信号,使用奇数个采样组成的观察窗实现这项功能。观察窗口中的数值进行排序,位于观察窗中间的中值作为输出,然后,丢弃最早的值,取得新的采样,重复上面的计算过程。

[0039] 在图像处理中,在进行如边缘检测这样的进一步处理之前,通常需要首先进行一

定程度的降噪。中值滤波是图像处理中的一个常用步骤,它对于斑点噪声和椒盐噪声来说尤其有用。保存边缘的特性使它在不希望出现边缘模糊的场合也很有用。

[0040] 另外,所述存储设备可选型为SDRAM,即Synchronous Dynamic Random Access Memory,同步动态随机存储器,同步是指Memory工作需要同步时钟,内部的命令的发送与数据的传输都以它为基准;动态是指存储阵列需要不断的刷新来保证数据不丢失;随机是指数据不是线性依次存储,而是自由指定地址进行数据读写。

[0041] SDRAM存储器从发展到现在已经经历了四代,分别是:第一代SDR SDRAM,第二代DDR SDRAM,第三代DDR2SDRAM,第四代DDR3SDRAM。第一代SDRAM采用单端(Single-Ended)时钟信号,第二代、第三代与第四代由于工作频率比较快,所以采用可降低干扰的差分时钟信号作为同步时钟。SDR SDRAM的时钟频率就是数据存储的频率,第一代内存用时钟频率命名,如pc100,pc133则表明时钟信号为100或133MHz,数据读写速率也为100或133MHz。之后的第二,三,四代DDR(Double Data Rate)内存则采用数据读写速率作为命名标准,并且在前面加上表示其DDR代数的符号,PC1=DDR,PC2=DDR2,PC3=DDR3。如PC2700是DDR333,其工作频率是 $333/2=166\text{MHz}$,2700表示带宽为2.7G。DDR的读写频率从DDR200到DDR400,DDR2从DDR2-400到DDR2-800,DDR3从DDR3-800到DDR3-1600。

[0042] 采用本发明的无人机自动着陆系统,针对现有无人机着陆技术无法兼顾性价比和高精度以及智能化水平不高的技术问题,通过采用地标模板匹配和地标图案的仿射不变矩特征匹配相结合的方式满足了高精度和高性价比的要求,通过地形识别技术和无线通信技术的协调使用实现了各种地形下各种着陆地标的搜索,最后基于搜索到的地标距离无人机的相对位置驱动无人机自动飞抵预期着陆点。

[0043] 可以理解的是,虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而上述实施例并非用以限定本发明。对于任何熟悉本领域的技术人员而言,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

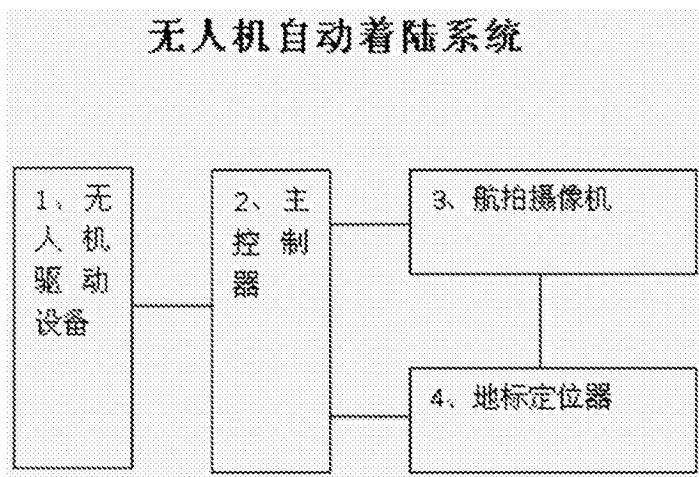


图1

4、地标定位器

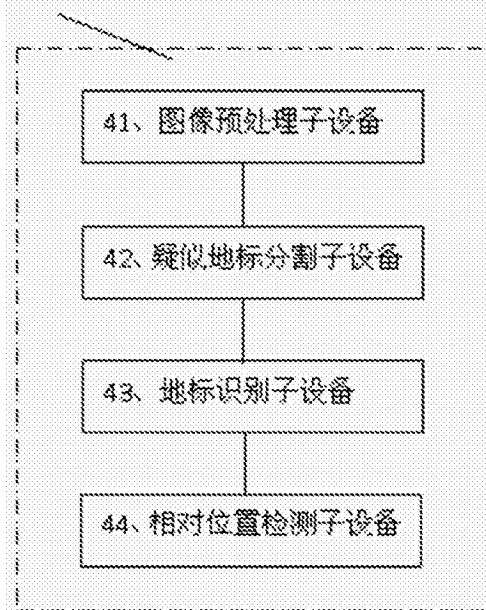


图2