



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110488850 A

(43)申请公布日 2019. 11. 22

(21)申请号 201910712939.3

(22)申请日 2019.08.02

(71)申请人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市玄武区孝陵卫
200号

(72)发明人 王荣梅 沈子超 戚国庆

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 薛云燕

(51)Int.Cl.

G05D 1/08(2006.01)

G05D 1/10(2006.01)

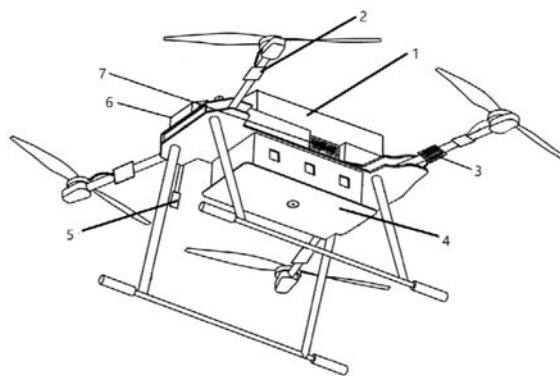
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统与方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统与方法。该系统包括飞行控制板、驱动模块、电源检测模块、视觉处理模块、高度测量模块、遥控器控制模块和无线通信模块，其中飞行控制板包括飞控处理器、通信模块和姿态采集模块。方法为：首先控制无人机飞行至稳定高度后，切换至自动控制模式；然后利用树莓派获取摄像头图像进行目标提取，计算目标相对于无人机的位置偏差，将位置偏差信息传递至飞控处理器，使用姿态角信息对位置偏差信息进行补偿获取最终偏差信息；最后利用PID算法和偏差信息计算出控制输出值，控制无人机进行跟踪飞行。本发明系统可移植性强，成本低廉，方法简便，能够在没有GPS信号的情况下进行无人机的自主导航。



1. 一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,该系统利用树莓派实现视觉导航,使视觉导航与控制部分相互独立,具体包括飞行控制板(1)、驱动模块(2)、电源检测模块(3)、视觉处理模块(4)、高度测量模块(5)、遥控器控制模块(6)和无线通信模块(7),其中:

所述飞行控制板(1),包括飞控处理器和飞行姿态采集模块;所述飞控处理器,通过飞行姿态采集模块采集飞行姿态数据,并利用PID控制方法进行解算,输出不同占空比的PWM信号驱动无刷电机,控制四旋翼无人机的飞行姿态;所述飞行姿态采集模块,采用IMU惯性测量单元,包括3轴加速度计和3轴陀螺仪,对四旋翼无人机进行飞行姿态进行测量,其中3轴加速度计用于测量线性加速度,3轴陀螺仪用于测量旋转角速度;

所述驱动模块(2),包括无刷电机和电调,利用飞行控制板(1)输入的信号,实现四旋翼无人机的稳定飞行;

所述电源检测模块(3),用于监测电池状态,包括电压、电流,并能够与地面站连接实时观测;

所述视觉处理模块(4),用于对目标进行检测和图像处理,获取目标与无人机的相对坐标,并通过串口通信方式,将信息发送给飞行控制板(1)中的飞控处理器,根据实时目标状态信息对无人机飞行姿态进行调整,以实现目标的导航跟踪;

所述高度测量模块(5),采用模拟声纳测量无人机当前飞行的相对高度,通过滤波对数据进行平滑处理,得到高度信息作为反馈,对四旋翼无人机的飞行高度进行控制;

所述遥控器模块(6),包括PPM编码器和遥控器,通过遥控器输出信号,利用PPM编码器对遥控器输出的信号进行编码,对无人机进行飞行控制;

所述无线通信模块(7),用于无人机与地面站之间的通信交互,实现数据的接收与发送以及无人机的状态监控。

2. 根据权利要求1所述的基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,所述的四旋翼无人机为四轴飞行器,设置有四个呈十字交叉结构的机臂及悬桨,两两相对的悬桨转动方向一致,四个悬桨配备有无刷电机和电调,通过飞行控制板输出PWM信号,驱动电机以不同的转速转动,实现无人机的飞行姿态控制。

3. 根据权利要求1所述的基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,所述的飞行控制板(1),采用32位STM32F427作为主处理器,32位STM32F103作为协处理器。

4. 根据权利要求1所述的基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,所述的视觉处理模块(4),采用树莓派3B+作为视觉导航载体,树莓派搭载于无人机的中心正下方,连接Raspberry Pi Camera V2摄像头,方向正对地面,实现对目标的检测和坐标的获取,并将坐标信息通过串口通信方式发送给飞行控制板(1)。

5. 根据权利要求1所述的基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,所述的高度测量模块(5)用于定位四旋翼无人机在垂直于地平面的高度,所述的视觉处理模块(4)用于定位运动目标相对于四旋翼无人机在地平面的位置,以实现四旋翼无人机在空间内获取跟踪目标的位置信息。

6. 根据权利要求1所述的基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,所述的无线通信模块(7),采用XBee无线通信模块。

7. 一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航方法,其特征在于,该方法利用树莓派搭

载OpenCv视觉库进行目标检测与图像处理,具体包括以下步骤:

步骤1、控制无人机飞行至稳定高度后,切换控制按键进入自动控制模式;

步骤2、利用树莓派获取摄像头图像,并进行具有颜色特征的目标图像检测;

步骤3、检测到目标后,对图像进行目标提取,并建立图像坐标,获取目标相对于无人机的位置偏差;

步骤4、利用串口传输将位置偏差信息传递至飞行控制板飞控处理器,同时获取无人机姿态角信息,对位置偏差信息进行补偿,获取最终偏差信息;

步骤5、利用PID算法和步骤4获取的偏差信息,获取无人机俯仰通道和横滚通道的控制输出值,反馈给电机,控制无人机按照运动目标进行跟踪飞行。

一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及多旋翼无人机控制与导航技术领域,特别是一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统及方法。

背景技术

[0002] 四旋翼无人机是一种具有结构紧凑、体积小、飞行平稳、灵活性高等优点,能够实现多种复杂任务的多旋翼无人机,在军用和民用领域都有着非常广泛的应用。随着无人机的广泛应用,其需执行的任务复杂度逐渐增加,使之对导航技术的要求逐渐提高,导航技术对于无人机任务的成功执行具有决定性作用。

[0003] 当前,无人机常用的导航方案有惯性系统导航、GPS导航和视觉导航等。惯性系统导航依赖于惯性测量元件,其利用加速度计感测轴向运动加速度,进行运算后提供完备的导航信息,如位置、速度和姿态等,具有短期精度高、稳定性强以及较好隐蔽性的优点,但随着时间的增加,累积误差逐渐增大,导致精度降低,不宜单独使用。GPS导航方式精度高,能够实现全天候导航,但GPS导航方式依赖于GPS信号强度,在GPS信号较差的区域内无法实现高精度导航,自主性较差,易受电子干扰,具有一定的局限性。视觉导航是一种随着视觉传感器、计算机技术的迅速发展而产生的导航方式,通过视觉传感器进行目标感知,然后对图像进行处理,获取目标的位置信息,再对无人机进行飞行控制,以达到导航目的。视觉导航具有自主性强、不依赖于外界信息、不存在累积误差及测量范围广等优点,能够实现在多种环境下进行导航。但视觉导航方式中对图像信息采集及处理需要进行巨大的数据运算,而许多图像算法非常复杂,降低了无人机实际导航过程的实时性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种能够适用于多种无人机平台、可移植性强、成本低、自主性和实时性强的基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统及方法。

[0005] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,该系统利用树莓派实现视觉导航,使视觉导航与控制部分相互独立,具体包括飞行控制板、驱动模块、电源检测模块、视觉处理模块、高度测量模块、遥控器控制模块和无线通信模块,其中:

[0006] 所述飞行控制板,包括飞控处理器和飞行姿态采集模块;所述飞控处理器,通过飞行姿态采集模块采集飞行姿态数据,并利用PID控制方法进行解算,输出不同占空比的PWM信号驱动无刷电机,控制四旋翼无人机的飞行姿态;所述飞行姿态采集模块,采用IMU惯性测量单元,包括3轴加速度计和3轴陀螺仪,对四旋翼无人机进行飞行姿态进行测量,其中3轴加速度计用于测量线性加速度,3轴陀螺仪用于测量旋转角速度;

[0007] 所述驱动模块,包括无刷电机和电调,利用飞行控制板输入的信号,实现四旋翼无人机的稳定飞行;

[0008] 所述电源检测模块,用于监测电池状态,包括电压、电流,并能够与地面站连接实

时观测；

[0009] 所述视觉处理模块,用于对目标进行检测和图像处理,获取目标与无人机的相对坐标,并通过串口通信方式,将信息发送给飞行控制板中的飞控处理器,根据实时目标状态信息对无人机飞行姿态进行调整,以实现目标的导航跟踪;

[0010] 所述高度测量模块,采用模拟声纳测量无人机当前飞行的相对高度,通过滤波对数据进行平滑处理,得到高度信息作为反馈,对四旋翼无人机的飞行高度进行控制;

[0011] 所述遥控器模块,包括PPM编码器和遥控器,通过遥控器输出信号,利用PPM编码器对遥控器输出的信号进行编码,对无人机进行飞行控制;

[0012] 所述无线通信模块,用于无人机与地面站之间的通信交互,实现数据的接收与发送以及无人机的状态监控。

[0013] 进一步地,所述的四旋翼无人机为四轴飞行器,设置有四个呈十字交叉结构的机臂及悬桨,两两相对的悬桨转动方向一致,四个悬桨配备有无刷电机和电调,通过飞行控制板输出PWM信号,驱动电机以不同的转速转动,实现无人机的飞行姿态控制。

[0014] 进一步地,所述的飞行控制板,采用32位STM32F427作为主处理器,32位STM32F103作为协处理器。

[0015] 进一步地,所述的视觉处理模块,采用树莓派3B+作为视觉导航载体,树莓派搭载于无人机的中心正下方,连接Raspberry Pi Camera V2摄像头,方向正对地面,实现对目标的检测和坐标的获取,并将坐标信息通过串口通信方式发送给飞行控制板。

[0016] 进一步地,所述的高度测量模块用于定位四旋翼无人机在垂直于地平面的高度,所述的视觉处理模块用于定位运动目标相对于四旋翼无人机在地平面的位置,以实现四旋翼无人机在空间内获取跟踪目标的位置信息。

[0017] 进一步地,所述的无线通信模块,采用XBee无线通信模块。

[0018] 一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航方法,该方法利用树莓派搭载OpenCv视觉库进行目标检测与图像处理,具体包括以下步骤:

[0019] 步骤1、控制无人机飞行至稳定高度后,切换控制按键进入自动控制模式;

[0020] 步骤2、利用树莓派获取摄像头图像,并进行具有颜色特征的目标图像检测;

[0021] 步骤3、检测到目标后,对图像进行目标提取,并建立图像坐标,获取目标相对于无人机的位置偏差;

[0022] 步骤4、利用串口传输将位置偏差信息传递至飞行控制板飞控处理器,同时获取无人机姿态角信息,对位置偏差信息进行补偿,获取最终偏差信息;

[0023] 步骤5、利用PID算法和步骤4获取的偏差信息,获取无人机俯仰通道和横滚通道的控制输出值,反馈给电机,控制无人机按照运动目标进行跟踪飞行。

[0024] 本发明与现有技术相比,其显著优点在于:(1)利用树莓派作为视觉导航载体,通过摄像头对目标进行检测,并利用树莓派搭载OpenCv视觉库实现图像的快速便捷处理,降低了图像处理部分的代码复杂度;(2)利用树莓派结合OpenCv视觉库,将视觉处理部分模块化,使之与无人机的飞行控制部分相互独立,能够适用于多种无人机平台,可移植性强;(3)利用树莓派作为机载模块,其价格低廉,性价比高,且其支持多种外设,能够轻松与飞行控制器相连接进行联合开发,使得系统整体成本降低,提高了系统的经济性;(4)减小了外界干扰的影响,提高了无人机的自主导航能力,增强了无人机的自主性与实时性,能够适应更

多的飞行场合。

附图说明

[0025] 图1为本发明基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统的结构示意图。

[0026] 图2为本发明基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航方法中图像处理模块的流程图。

[0027] 图3为本发明实施例中树莓派对运动目标检测效果图。

[0028] 图4为本发明实施例中实时输出的目标位置偏差结果图。

具体实施方式

[0029] 结合图1,本发明基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,其特征在于,该系统利用树莓派实现视觉导航,使视觉导航与控制部分相互独立,具体包括飞行控制板1、驱动模块2、电源检测模块3、视觉处理模块4、高度测量模块5、遥控器控制模块6和无线通信模块7,其中:

[0030] 所述飞行控制板1,包括飞控处理器和飞行姿态采集模块;所述飞控处理器,通过飞行姿态采集模块采集飞行姿态数据,并利用PID控制方法进行解算,输出不同占空比的PWM信号驱动无刷电机,控制四旋翼无人机的飞行姿态;所述飞行姿态采集模块,采用IMU惯性测量单元,包括3轴加速度计和3轴陀螺仪,对四旋翼无人机进行飞行姿态进行测量,其中3轴加速度计用于测量线性加速度,3轴陀螺仪用于测量旋转角速度;

[0031] 所述驱动模块2,包括无刷电机和电调,利用飞行控制板1输入的信号,实现四旋翼无人机的稳定飞行;

[0032] 所述电源检测模块3,用于监测电池状态,包括电压、电流,并能够与地面站连接实时观测;

[0033] 所述视觉处理模块4,用于对目标进行检测和图像处理,获取目标与无人机的相对坐标,并通过串口通信方式,将信息发送给飞行控制板1中的飞控处理器,根据实时目标状态信息对无人机飞行姿态进行调整,以实现目标的导航跟踪;

[0034] 所述高度测量模块5,采用模拟声纳测量无人机当前飞行的相对高度,通过滤波对数据进行平滑处理,得到高度信息作为反馈,对四旋翼无人机的飞行高度进行控制;

[0035] 所述遥控器模块6,包括PPM编码器和遥控器,通过遥控器输出信号,利用PPM编码器对遥控器输出的信号进行编码,对无人机进行飞行控制;

[0036] 所述无线通信模块7,用于无人机与地面站之间的通信交互,实现数据的接收与发送以及无人机的状态监控。

[0037] 进一步地,所述的四旋翼无人机为四轴飞行器,设置有四个呈十字交叉结构的机臂及悬桨,两两相对的悬桨转动方向一致,四个悬桨配备有无刷电机和电调,通过飞行控制板输出PWM信号,驱动电机以不同的转速转动,实现无人机的飞行姿态控制。

[0038] 进一步地,所述的飞行控制板1,采用32位STM32F427作为主处理器,32位STM32F103作为协处理器。

[0039] 进一步地,所述的视觉处理模块4,采用树莓派3B+作为视觉导航载体,树莓派搭载于无人机的中心正下方,连接Raspberry Pi Camera V2摄像头,方向正对地面,实现对目标

的检测和坐标的获取,并将坐标信息通过串口通信方式发送给飞行控制板1。

[0040] 进一步地,所述的高度测量模块5用于定位四旋翼无人机在垂直于地平面的高度,所述的视觉处理模块4用于定位运动目标相对于四旋翼无人机在地平面的位置,以实现四旋翼无人机在空间内获取跟踪目标的位置信息。

[0041] 进一步地,所述的无线通信模块7,采用XBee无线通信模块。

[0042] 一种基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航方法,该方法利用树莓派搭载OpenCv视觉库进行目标检测与图像处理,具体包括以下步骤:

[0043] 步骤1、控制无人机飞行至稳定高度后,切换控制按键进入自动控制模式;

[0044] 步骤2、利用树莓派获取摄像头图像,并进行具有颜色特征的目标图像检测;

[0045] 步骤3、检测到目标后,对图像进行目标提取,并建立图像坐标,获取目标相对于无人机的位置偏差;

[0046] 步骤4、利用串口传输将位置偏差信息传递至飞行控制板飞控处理器,同时获取无人机姿态角信息,对位置偏差信息进行补偿,获取最终偏差信息;

[0047] 步骤5、利用PID算法和步骤4获取的偏差信息,获取无人机俯仰通道和横滚通道的控制输出值,反馈给电机,控制无人机按照运动目标进行跟踪飞行。

[0048] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0049] 实施例

[0050] 如图1所示,本实施例基于树莓派的四旋翼无人机视觉导航系统,包括飞行控制板1、驱动模块2、电源检测模块3、视觉处理模块4、高度测量模块5、遥控器控制模块6和无线通信模块7,其中飞行控制板1包括飞控处理器、通信模块和姿态采集模块;

[0051] 本实施例中,飞行控制板1采用pixhawk,其采用STM32F427作为飞控处理器,该芯片内置高速片上时钟,内置上电复位、时钟输出、蜂鸣器输出控制电路等,具有优越的功耗控制,且具备丰富外设,有I2C接口、UART接口等,能够连接超声波、GPS、无线通信等模块,具有良好的系统拓展性。

[0052] 在本实施例中,驱动模块2采用HOBBYWING XRotor 40A电调和无刷电机,HOBBYWING XRotor 40A电调配备有多旋翼无人机专用核心程序,能够使油门响应速度得到大幅提升,且具有兼容性较强、自适应能力强及使用简单的特点。无刷电机具有地干扰、低噪声、运行顺畅及寿命长的优点,通过两者组合使用,使得无人机具备一个稳定的驱动模块支持。

[0053] 在本实施例中,视觉导航部分4采用树莓派3B+作为处理器,采用Raspberry Pi Camera V2摄像头。树莓派3B+具备完整的Linux系统,拥有多个GPIO接口、USB接口,可连接多种外设,支持大规模数据计算、图形图像处理,具有完整的计算机处理功能;Raspberry Pi Camera V2摄像头是专门为树莓派定制的高质量八百万像素的传感器扩展板,带有定焦镜头,通过专门的CSI接口与其连接,具有体积小、质量轻的特点。

[0054] 在本实施例中,高度测量模块5采用MB1240模拟声呐,其具有高功率输出及实时自动校准,能够适应温度、电压及噪声的变化,提供较为可靠的数据信息,在无人机的高度控制中,能够保证获取较高精度的高度反馈信息,实现无人机一定高度的稳定飞行。

[0055] 在本实施例中,通信模块7采用XBee无线通信模块,XBee无线通信模块是一个功能完善的ZigBee收发器,具有双向操作、低复杂度、低功耗的优点,可通过串口实现交替进行

数据的发送和接收。

[0056] 本实施例的具体实施过程如下：

[0057] 步骤1、利用个人PC远程访问树莓派，并运行视觉处理部分程序，选择目标检测颜色种类为蓝色，控制四旋翼无人机上升至空中并保持固定高度稳定飞行后，切换模式控制进入自动控制模式；

[0058] 步骤2、利用树莓派提取摄像头图像，并对地面具有颜色特征的运动目标进行检测；

[0059] 步骤3、检测到目标后，对图像进行目标提取，并建立图像坐标，获取目标相对于无人机的位置偏差；

[0060] 步骤4、利用串口传输将偏差传递给飞控处理器，同时获取无人机姿态角信息，对位置偏差信息进行补偿，获取最终偏差信息；

[0061] 步骤5、利用PID算法和步骤4获取的偏差信息，获取无人机俯仰通道和横滚通道的控制输出值，反馈给电机，控制无人机按照运动目标进行跟踪飞行。

[0062] 结合图3、图4，在本实施例中，采用蓝色作为目标颜色特征，控制无人机稳定飞行于一米的高度，利用视觉处理模块对目标进行检测，并输出偏差量至飞行控制器；飞行控制器进行控制运算后输出控制量，以控制无人机进行运动目标的跟踪；最后在室内及室外环境中均实现了运动目标的快速且稳定跟踪效果，可见本发明能够使无人机在无GPS信号的室外或室内环境下进行目标跟踪，并且具有良好的跟踪效果。

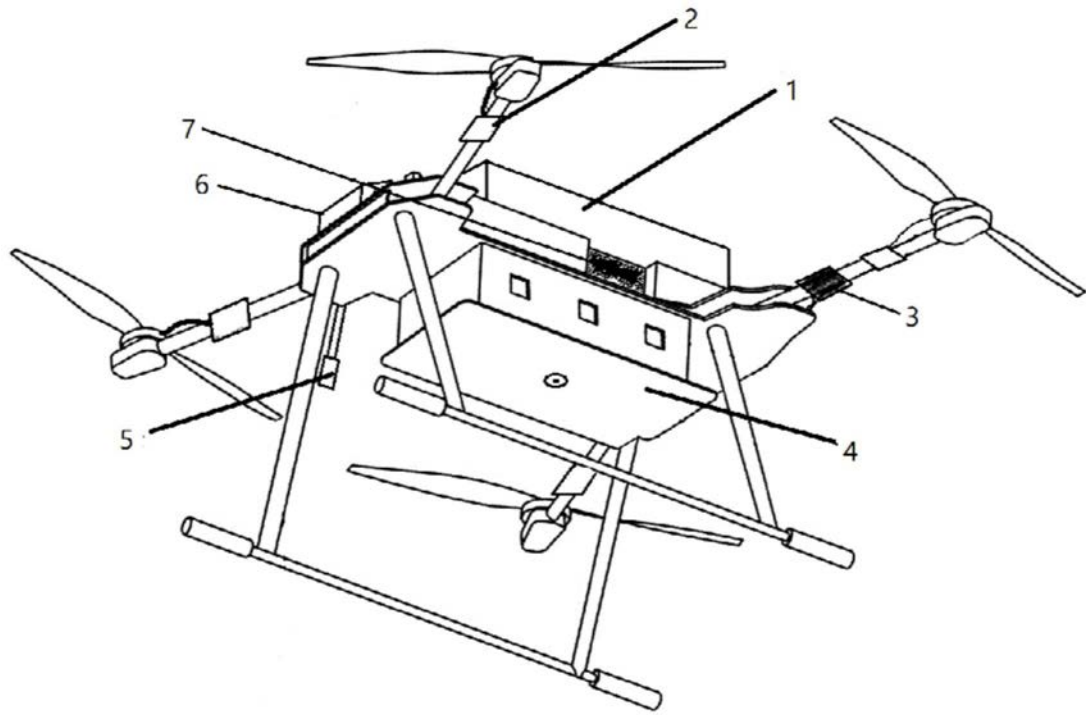


图1

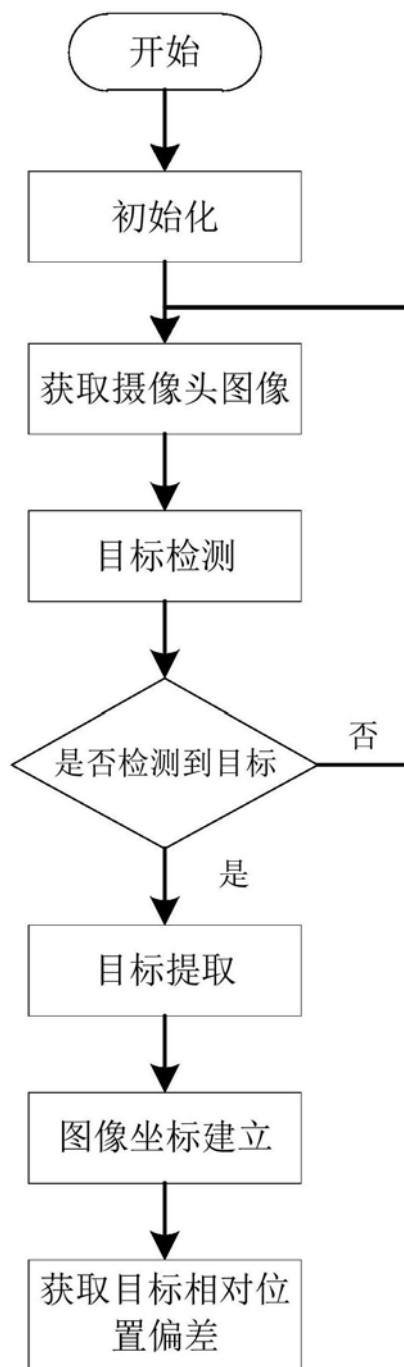


图2

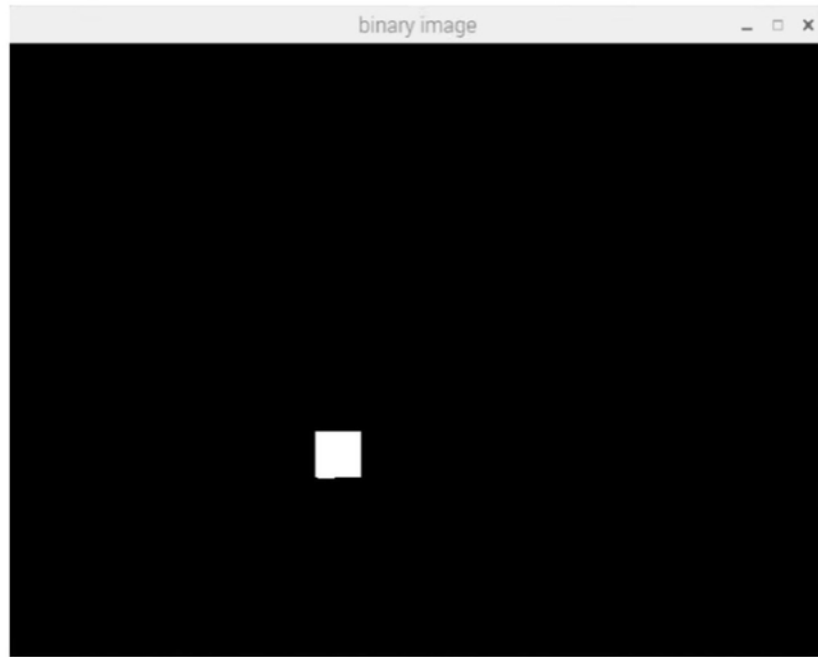


图3

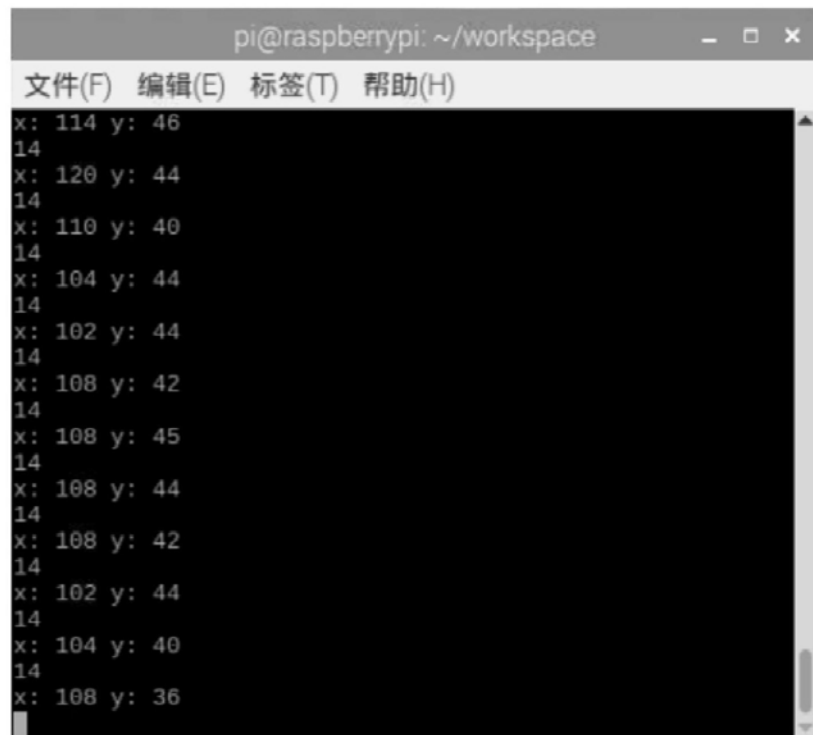


图4