

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2018.03.011

全自动分币系统设计

赵志杰¹, 唐 博², 姜 阳²

(1. 沈阳航空航天大学 航空航天工程学部(院), 辽宁 沈阳 110136;

2. 沈阳航空航天大学 工程训练中心, 辽宁 沈阳 110136)

摘 要:为了更高效地实现对硬币的分离计数,课题组设计了全自动硬币分币系统。系统采用曲柄连杆等机构设计分币装置;利用孔板对不同种类的硬币进行分离;采用 Flexiforce 压力传感器对硬币数量进行计量,并将计量结果显示在 LCD1602 液晶显示屏上;利用 GPS/BDS 双模定位模块对分币机进行定位与定时;利用 MPU-9250 模块测量装置的水平倾角,并利用 2.4G 无线通信模块将获取的硬币数量与币种信息以及装置安全信息发送给 PC 端监测软件。课题组研究了系统的软硬件设计,并给出了实验测试结果。结果表明:系统可以准确分离硬币并计数,且可以将计数结果发送至远程的 PC 端监测软件。研究对实现全自动化分币具有一定的意义。

关 键 词:全自动分币;曲柄连杆机构;硬币数量计量;北斗定位;2.4G 无线通信网络;PC 监测

中图分类号:TH12

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2018)03-0057-06

Design of Fully Automatic Coin Separation System

ZHAO Zhijie¹, TANG Bo², JIANG Yang²

(1. School of Aerospace Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China;

2. Engineering Training Center, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: In order to separate and count the coins more efficiently, the research group design the fully automatic coin separation system. The system adopted the crank connecting rod to design the denomination device, using the orifice plate to separate the coins, using the Flexiforce pressure sensor to get the number of coins, sending the measurement results to LCD1602 LCD screen, using GPS/BDS dual-mode positioning module to get positioning and time, using MPU-9250 module to get device horizontal tilt, using the 2.4G wireless communication module to send the numbers and types of coins and device security information to the PC monitoring software. The software and hardware design of the system was studied and the experimental results were given. The results show that the system can accurately separate and count the coins, send the results to PC terminal monitoring software. This study has a certain significance to realize fully automatic coin separation.

Keywords: fully automatic coin separation; crank mechanism; coins count; dipper positioning; 2.4G wireless communication network; PC monitoring

硬币作为最常使用的货币,经常需要清理,而银行与公共汽车公司更是有大量的硬币需要分离和计数,仅利用目前已有的分币机往往难以应对^[1]。

目前市面上的硬币分离装置主要是依靠电子识别、滑道的设计、离心分离或根据硬币的直径分离等多种手段来分离。电子识别的装置科技含量较高,设备

的制造成本高,不利于普及,同时使用寿命有限,分币只能逐一进行区分,效率不高,且滑道的设计过于简单;利用离心分离装置虽然可以经济划算的完成分币任务但是由于硬币的大小和硬度条件的限制,导致装置的使用寿命短,在使用过程中易造成设备卡死;利用硬币的直径不同进行分离方法较多,大多数方法利用

收稿日期:2017-09-23;修回日期:2017-12-19

基金项目:国家级大学生创新创业项目:半自动硬币分离包装机(201710143000299)。

第一作者简介:赵志杰(1997),男,山东聊城人,本科,主要研究方向为飞行器发动机、机电一体化等。E-mail:3320563129@qq.com

震动的原理通过控制硬币孔的大小进行分离。由于硬币的硬度较大,装置在长时间交变应力的作用下易造成材料的过早疲劳,导致装置失效^[2]。目前市场的分币机大多关注于对机械结构的设计,缺少对上位机的开发,无法形成一个全自动的智能系统。

为满足目前分币机市场的迫切需求,课题组设计了一套全自动分币系统,将机械结构、电子模块设计与上位机软件结合在一起,实现了全自动分币的功能。

1 系统总体设计

全自动分币系统主要完成对一元、五角及一角的硬币进行分离,并将分离的结果上传至 PC 端监测软件。系统由分币系统、防盗系统以及 PC 监测系统组成。分币系统由机械分币装置、Arduino 微处理器、压力传感器 Flexiforce、2.4G 无线通信模块以及 LCD1602 液晶显示模块构成。防盗系统由 Arduino 微处理器、UM220 北斗/GPS 双模定位模块及 MPU-9250 九轴模块组成。PC 监测系统由 Arduino 微处理器、2.4G 无线通信模块以及 PC 端监测软件构成,系统原理见图 1。

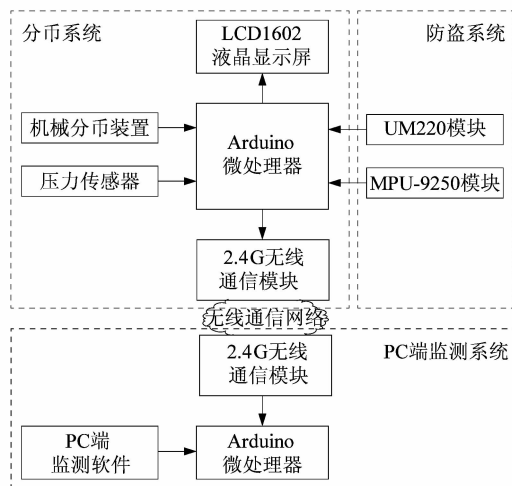


图1 系统的组成原理

Figure 1 Structure of system

系统工作原理:分币系统中的机械分币装置由进币区和分币区两部分组成,硬币在分币区被分至 3 个区域,3 个区域分别用来存放一角、五角以及一元硬币。在 3 个区域的下方分别安装了 Flexiforce 压力传感器,可根据测出的模拟量的大小,辨别所投入硬币中一角、五角以及一元硬币的个数,并将统计的硬币的个数显示于 LCD1602 液晶显示屏上,同时控制 2.4G 无线通信模块将统计结果发送至 PC 端监测系统。UM220 模块可以实时获取分币机的位置,当 MPU-9250 模块测出装置相对于水平面的角度大于 10° 时,

Arduino 微处理器便会控制 2.4G 无线通信模块将装置在当前位置发送至 PC 端监测系统,提醒管理人员装置有被盗的风险。

PC 端监测系统的 2.4G 模块是信号接收端,主要用于接收分币系统以及防盗系统中 2.4G 模块发出的信号,通过单片机 Arduino 将信号解析,并显示在 PC 端的监测软件上,实现对分币机的远程监测。

2 机械分币装置的设计

机械分币装置由进币区、分币区两部分组成,进币区可以实现硬币均匀地进入滑道,分币区可以实现硬币高分辨率的分离。图 2 所示为机械分币装置的结构示意图。

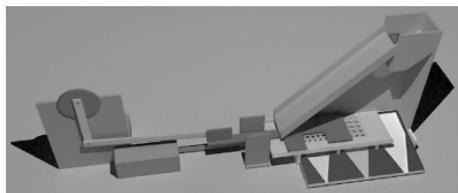


图2 机械分币装置的结构示意图

Figure 2 Structure of mechanical coin separation device

2.1 进币区的结构设计

为了克服传统分币机需要人工不断喂币的缺点,课题组增加了硬币的自动上料机构,利用曲柄滑块的机械原理实现滑块在成漏斗状的上料机构内上下往复运动,实现自动上料,减少了人工劳动,大幅提高了工作效率^[3]。通过控制活塞的大小来控制每次进币的数量,避免发生卡死现象。通过控制活塞的大小分别实现控制分币机的分币的速度。图 3 所示为进币口以及自动进币机构的示意图。

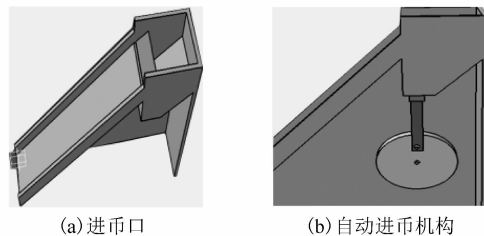


图3 进币区的结构示意图

Figure 3 Structure of coin inlet area

当硬币进入进币口后,曲柄滑块装置启动,进料口下方的滑块上下往复运动,将硬币从进料口顶出进入滑道。为了实现将所有硬币排出,将进料口底部与滑块设计成相平齐的结构;为了便于硬币进入滑道,将活

塞上部设计成三角形的斜面^[4]。通过对进币机构的设计最终实现自动进币功能。

2.2 分币区的结构设计

硬币从滑道滑落后,便进入工作台。工作台的水平梯形滑块利用曲柄滑块实现往复运动。为了方便实现曲杆的圆周运动,在水平工作台与竖直的圆盘曲柄之间搭建了一个方形支架用于固定滑杆的位置。图4所示为分币驱动推杆机构的结构示意图。

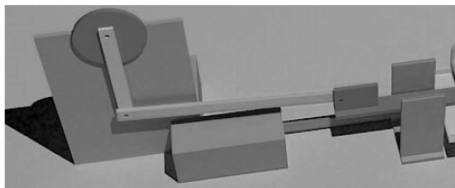


图4 分币驱动推杆机构的结构示意图

Figure 4 Structure of push rod mechanism

硬币在推杆的作用下向前运动,进入孔板区域。经过反复试验将一角孔区孔的半径设为 9.9 mm,五角孔区的半径设为 11.4 mm。在工作区上方设置一个挡板,挡板与工作台的间距约为一个硬币的厚度,保证一次只能通过一层硬币,防止两个硬币叠加的情况出现。图5所示为分币装置的结构示意图。

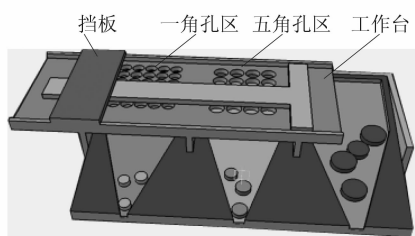


图5 分币装置的结构示意图

Figure 5 Structure of coin separation device

硬币在推杆的作用下掉入孔板下方的开槽。开槽是漏斗一样的倒梯形槽,槽的开口只能容下一个硬币,可以实现硬币一个一个落入下方传送带中。图6所示为分币示意图。

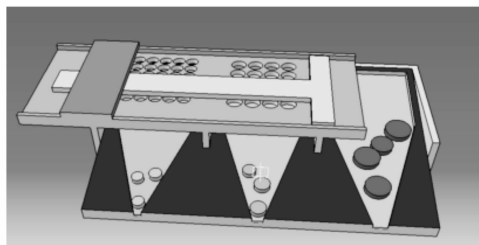


图6 分币示意

Figure 6 Chart of coin separation

图6中最小的硬币为一角硬币,较大的硬币为五角硬币,最大的硬币为一元硬币。硬币从开槽滑入传送带并随传送带向前运动,平抛入下方的圆柱孔,实现硬币的分离。图7所示为分币结果。

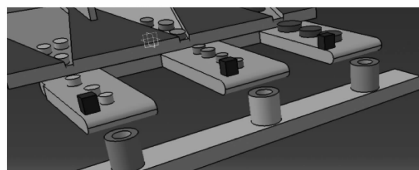


图7 分币结果

Figure 7 Results of coin separation

图7中可看出一角、五角及一元硬币分别进入了相应的圆柱孔区,圆柱孔的下端安装了压力测量模块,可测量出每个圆柱孔中硬币的数量,并将测量信息显示在 LCD1602 液晶显示屏上,同时控制 2.4G 无线通信模块将统计结果发送至 PC 端监测系统,实现硬币的分离和计数。

3 电控模块的设计

3.1 压力测量模块

设计中采用的压力传感器是 Flexiforce。Flexiforce 压力传感器实际上是一个可变电阻器,当没有施加压力时,两根外引线之间的电阻非常大,当施加压力时,电阻会变小^[5]。创建一个传感器与 1 M Ω 电阻的分压电路,并用 Arduino 微处理器的模拟量输入引脚去读取模拟量的值,通过连续测量模拟量值,建立模拟量与压力的单值函数库,从而分别建立了模拟量值与一角、五角及一元硬币数量的函数关系。图8所示为压力传感器的电路连接情况。

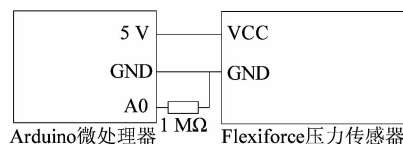


图8 压力传感器的电路连接图

Figure 8 Circuit diagram of pressure sensor

3.2 UM220 模块

UM220 模块通过串口与处理模块进行通信。首先将天线接收的射频信号输入至 UM220 的射频输入引脚,经处理后由 UM220 的串口将数据送至处理模块做进一步处理^[6]。UM220 模块的通信接口连接方式如图9所示。

为了得到精度较高的定位信息,采用北斗/GPS 双模输出的消息,即双模导航传输数据格式,该消息的格式为: \$GNRMC,hhmmss.ss,A,ddmm.mmmmm,a,

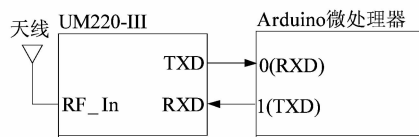


图9 UM220 模块的通信接口连接方式

Figure 9 Communication interface connection of UM220 module

ddmm. mmmmm, a, x. x, x. x, ddmmyy, x. x, a, a * hh <CR> <LF>^[4],设计中需要提取的有用信息包括时间、经度和纬度,以一条原始的数据为例:\$GNRMC, 025615.000, A, 4155.271667, N, 12324.141653, E, 0.000, 353.670, 201215, E, A * 3F。其中:UTC 时间信息格式为 025615.000,表示 02 h, 56 min, 15 s;定位状态信息 A/V, A 表示有效, V 表示无效;纬度信息格式为 4 155. 271 667, N, 表示北纬 41. 552 716 67°;经度信息格式为 12 324. 141 653, E, 表示东经 123. 241 416 53°。

3.3 MPU-9250 模块

MPU-9250 是一款功能强大的九轴运动追踪装置,由三轴加速度计、三轴陀螺仪以及 AK8963 三轴磁力计组成,具有 3 个 16 位加速度 AD 输出、3 个 16 位陀螺仪 AD 输出及 3 个 6 位磁力计 AD 输出,单片机可以通过 I2C 协议读取 9 轴的全部数据^[7]。MPU-9250 安装在分币机的顶部,可以实时测量分币机相对地面的角度。MPU-9250 模块的电路连接如图 10 所示。

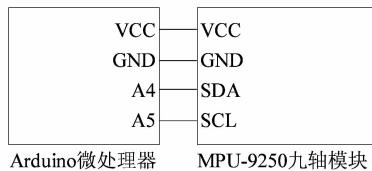


图10 MPU-9250 模块的连接电路

Figure 10 MPU-9250 module circuit connection diagram

3.4 2.4G 无线通信模块

设计中采用的 2.4G 无线通信模块利用 2.4G 无线传输技术进行信息的传递,其工作频段处于 2.405 ~ 2.485 GHz,是国际规定的免费 ISM 频段^[8],模块间的传输距离可达 200 m,并可以利用串口间的 AT 指令实现对该模块的控制。该种无线传输的方式为分币机与 PC 端建立了良好的信息传递渠道。设计中选用 2 个 2.4G 无线通信模块分别作为信息的发射模块与信息的接收模块。利用 USB-TTL 模块与串口助手分别对 2 个 2.4G 无线通信模块进行配置。2.4G 无线通信模

块具有 2 种模式:设置模式与透传模式。连接 USB-TTL 模块与 2 个 2.4G 通信模块,使 2 个 2.4G 无线通信模块分别进入设置模式,电路连接如图 11 所示。

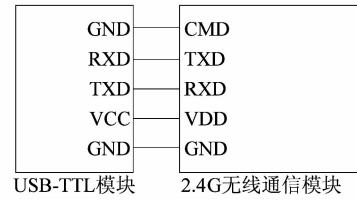


图11 USB-TTL 模块的连接电路

Figure 11 USB-TTL module circuit connection diagram

利用串口助手对这 2 个模块进行配置,定义模块 1 为信息的发射模块,模块 2 为信息的接收模块;将串口助手的波特率设为 9 600 MHz,分别选取模块 1 与模块 2 的串口号,打开串口并利用 AT 指令进行配置。分别对 2 个 2.4G 无线通信模块输入“AT + RESET”使模块初始化,对模块 1 输入“AT + TID = 1234567890”,设置模块的发送 ID 为:1234567890,对模块 2 输入“AT + RID = 1234567890”,设置模块的接收 ID 为:1234567890。设置完成后,将 2 个 2.4G 模块分别接入 Arduino 的微处理器。图 12 所示为 2.4G 无线通信模块与 Arduino 微处理器的连接电路。

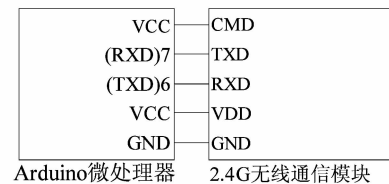


图12 2.4G 无线通信模块与 Arduino 微处理器的连接电路

Figure 12 2.4G wireless communication module and Arduino microprocessor circuit connection diagram

4 系统软件设计

系统软件设计主要包括:机械分币装置分币、压力传感器计量硬币数目、LCD1602 液晶显示屏显示硬币计量结果、2.4G 无线通信模块信息的发送与接收、UM220 模块获取定位与时间信息、MPU-9250 模块获取装置相对于水平面的角度值及 PC 端监测软件的设计。图 13 所示为分币系统与防盗系统以及 PC 端监测系统的工作流程。

4.1 定位信息的获取

GPS/北斗模块正常工作时能接收到 8 种不同类

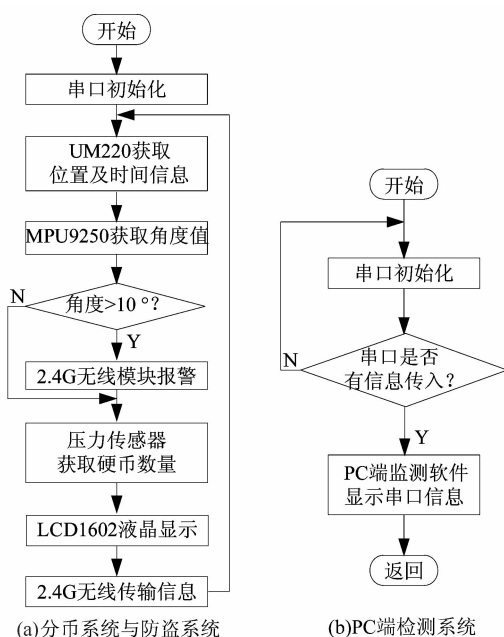


图 13 系统工作流程图

Figure 13 System work flow chart

型的导航电文,设计中只选用双模最简导航数据。配置 GPS/北斗模块,令其只输出双模最简导航数据信息。接收并处理导航信息的流程为:首先初始化串口,当 GPS/北斗模块接收到信号时,将变量 flag_rec 赋值为 1,串口产生中断,并判断是否是有效定位 \$GNRMC,若是有效的定位,将以“,”为数据节点,将数据存入变量 flag_data,并对变量 flag_data 中的数据进行处理,其中变量 byte_count 用来存储数据中检测到“,”的次数,以此决定该条数据是否已经解析完毕^[9]。

4.2 PC 端接收软件设计

PC 端的接收软件是利用 Visual Studio 2010 的 MFC 工程自主研发而来。采用设计的 PC 端接收软件进行界面设计可以自动设置开始页,使设计更简便,效率更高;软件兼容传统的 VB6.0,更能满足用户的需要^[10];软件操作简便且具有良好的人机界面,名为“串口 V2”。

“串口 V2”类似一个串口监视软件,有 2 个示例编辑框:一个是串口信息发送端,另一个是串口信息接收端,分别负责串口信息的发送与接收。主要的操作部分包括 2 个下拉菜单以及 4 个按键。第 1 个下拉菜单负责对需要监视的串口进行选择,一共有 15 个串口可以进行选择;第 2 个下拉菜单负责对串口波特率进行选择;4 个按键分别具有打开串口、发送数据、清除数据以及退出的功能。图 14 所示为 PC 软件的界面。



图 14 PC 软件的界面

Figure 14 View of PC software

5 测试结果与分析

将机械分币装置放置于相对水平的桌面,打开 PC 端监测系统的电控开关,初始化 2.4G 无线通信模块,使其进入信息接收的准备状态,打开 PC 端的串口监测软件,选择串口“COM3”,设置波特率为 9.600 G,点击“打开串口”使软件进入信息接收状态。

打开分币系统以及防盗系统的电控开关,使系统完成初始化。将硬币放入机械分币装置的进币区,机械分币装置开始工作。当分币装置完成分币工作时,PC 监测系统的监测软件上显示出计量结果。PC 端监测系统的测试结果如图 15 所示。



图 15 PC 监测系统的测试结果

Figure 15 PC monitoring system test results

测试结果与实际相吻合,证明了全自动分币系统的可行性。

综上所述,分币系统、防盗系统以及 PC 端监测系统配合工作实现了机械分币,分币结果的计量、显示以及信息传输,倾角的测量,时空信息的获取以及 PC 端信息显示等功能。

6 结语

课题组研究了机械分币装置的结构设计、分币结果的计量、UM220 模块对时间和位置信息的获取、MPU-9250 模块对倾角的测量、2.4G 无线通信模块信息的传递以及 PC 端软件的设计,并对系统性能进行了测试。结果显示:系统实现了机械分币、分币结果的

(下转第 66 页)