

压币机自动程序控制

基于树莓派的步进电机图形化程序控制

2021 年 7 月 22 日

单位：天津英赛迪科技有限公司

姓名：谢远峰

时间：2021 年 7 月 22 日——2021 年 8 月 6 日

摘要

压币机 (自制纪念币) 利用机械挤压的方式将硬币进行二次加工, 形成一个细长硬币。新硬币相对于传统硬币被压平或拉伸, 并拥有新的设计压花。此类硬币常被用作纪念或纪念品, 在博物馆、游乐园、自然或人造地标等旅游枢纽中常见到压币机。

现代细长硬币是通过将标准的小面额硬币插入小型轧机中制成的, 该轧机由两个相互挤压的钢辊组成, 有足够的力使硬币变形。其中一个滚轮 (称为“模具”) 上刻有一种设计, 当硬币穿过金属时, 该设计会在金属上印上新的图像。由此产生的硬币是椭圆形的, 并显示出与磨机模具上的设计相对应的设计。有些机器是手动操作的, 而另一些则是全自动的。

本项目基于树莓派平台, 通过外接的可触摸屏幕, 利用预先书写的程序, 进行印花图案的选择, 通过程序后台与电机控制板的串口通信, 调动驱动板控制电机的转动, 实现压币机器的自动化操作。

系统控制需求描述

1. 基于树莓派平台 + 可触摸屏幕 (基于 Python-tkinter 库的图形化可执行界面程序)
2. 进入程序主界面, 设置连接选项, 确保机器与程序能够正常通信 (通信异常爆出警告)
3. 印花图案的选择 (程序主页: 显示四个图案, 代表四种印花格式)
4. 点选其中一个印花图案, 跳出硬币个数界面 (暂支持一个), 等待用户进行输入
5. 用户输入后, 点击确认, 程序发送驱动指令至控制板
6. 程序向用户发送提示: 程序正在运行, 等待纪念币的生成 (期间页面锁定, 不可进行操作)
7. 指令驱动控制板控制电机进行初始状态的调整 (利用旋转编码器获取旋转位置)
8. 初始状态就位后, 发送就绪指令到程序, 程序接收后, 控制硬币的下落, 并驱动电机继续运转
9. 等待硬币通过滚筒 (旋转编码器旋转 90-100 度)
10. 发送转动成功消息至程序, 程序后端接收后发送至前端, 提醒用户纪念币已制成, 可拿取
11. 用户接收到消息, 点击消息确认按钮, 前端自动返回主页面

功能性需求

1. 能够登录可执行程序主界面
2. 程序能够为用户提供交互提示性页面 (欢迎使用应用, 设备已经成功连接)
3. 程序能够和电机控制板进行串口通信
4. 程序能够和编码器进行串口通信
5. 编码器能够获取到电机的转速数据
6. 编码器通过设置 PWM 驱动电机的使用

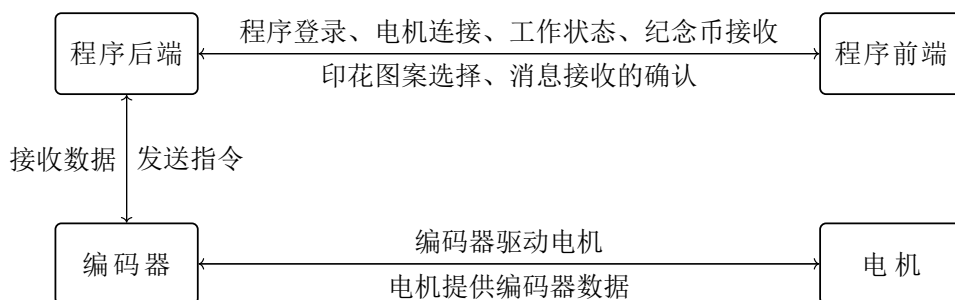


图 1: 核心控制流程图

将程序架构分为 4 个部分: 程序前端、程序后端、编码器、电机, 程序基于 python 内置的 tkinter 库进行 GUI 显示, 包含程序主界面窗口、登录窗口, 压币工作状态窗口、压币完成窗口。程序内置印花图案点击后, 触发对应驱动指令, 通过编码器控制电机转动到指定初始位置, 发送信息至用户, 提示初始化完成。用户点击确认后, 前端发送系统工作状态提示, 后端发送指令控制硬币掉落, 滚轮开始转动。编码器控制的滚轮在转动到一定的角度后, 停止工作, 向程序发送停止指令。程序接收后, 向前端发送任务已完成, 提醒用户拿去纪念币的指令。用户接收到信息, 点击确认, 程序自动返回主页面。程序全部流程结束。

非功能性需求

1. 提供纪念币的尺寸输入，指定硬币的尺寸信息
2. 提供纪念币的数量输入，同一尺寸的硬币数量
3. 完善的用户反馈（错误和异常提醒）

流程图展示

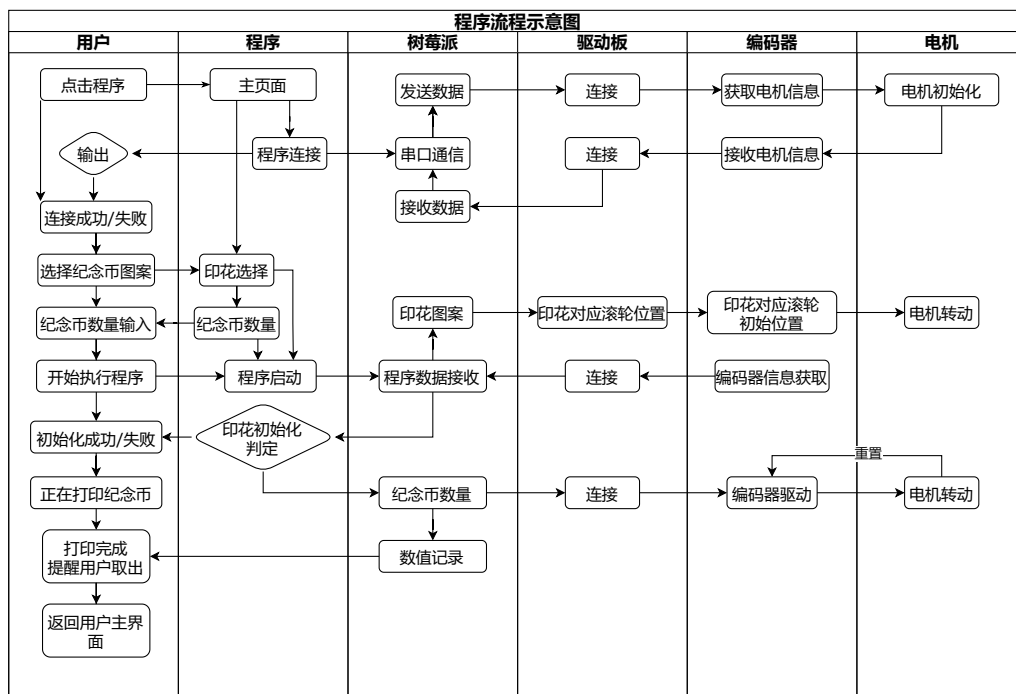


图 2: 框架图绘制

硬件背景

树莓派 4

树莓派 4B 是流行的树莓派计算机系列的最新产品，与它的上一代产品树莓派 3B+ 相比，在处理器速度、丰富的多媒体性能、内存和改进的连接性方面都有显著提高。

树莓派 4B 拥有 64 位四核处理器，运行频率为 1.5GHz，支持双屏显示，分辨率高达 4K、60fps，最高 8GB 内存，双频 2.4/5.0 GHz 无线局域网，蓝牙 5.0/BLE，真正的千兆以太网，USB 3.0，以及 PoE 功能（通过单独的 PoE HAT 插件）。

树莓派实质上是一台迷你的嵌入式计算机，利用树莓派可以编辑文档、浏览网页、播放视频、播放音频等，还可以利用树莓派制作智能小车、电子相框、相机等。

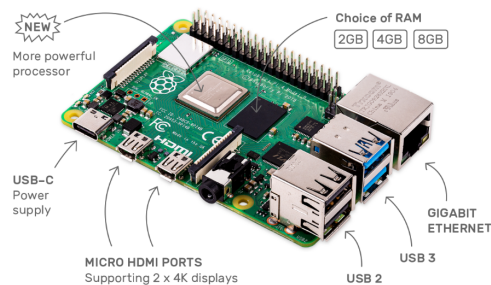


图 3: 树莓派 4B 接口

可触摸显示屏

创乐博可触摸显示屏，1920x1080 分辨率，13.3 英寸，支持 HD 高清显示，可作为电脑副屏，兼容并可直接插入任何树莓派主板，支持 Raspberry 系统、Ubuntu 系统、英伟达，十点触控，免驱动安装。USB-12V 直流供电。

HDMI 接口与树莓派 4B 主板进行连接，作为程序的 GUI 界面的直接触控操作板。可直接显示程序的前端操作页面。USB 接口连接 USB2.0 接口，负责屏幕的触控功能。电路接口支持 12V-1A 的适配电源控制。接口成功连接后，启动树莓派系统，等待 10 秒后，显示 Raspberry 系统的主页面，桌面能够正常显示。

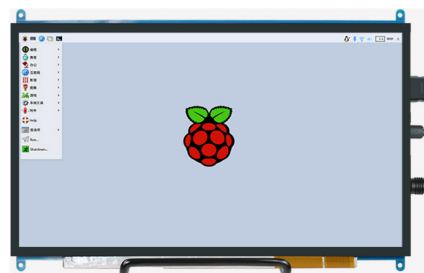


图 4: 可触摸显示屏

编码器

旋转编码器是一种位置传感器，可将旋钮的角位置（旋转）转换为用于确定旋钮旋转方向的输出信号。由于其坚固性和良好的数字控制；它们被用于许多应用中，包括机器人技术，CNC 机器和打印机。

旋转编码器有两种类型-绝对式和增量式。绝对编码器为我们提供旋钮的精确位置（以度为单位），而增量编码器报告轴已移动了多少增量。相较于电位器，旋转编码器能够提供实时的位置变化。

- **GND** 为接地输出
- **VCC** 为正电源电压，通常为 3.3 或 5V
- **SW** 为低电平有效的按钮开关输出。按下旋钮时，电压变低。
- **DT(输出 B)** 与 CLK 输出相同，可用于确定旋转方向。
- **CLK(输出 A)** 是确定旋转量的主要输出脉冲。

编码器内部是一个槽形磁盘，该磁盘连接到公共接地引脚 C 以及两个接触针 A 和 B，如图 5 所示。旋转旋钮时，A 和 B 根据旋转旋钮的方向以特定顺序与公共接地引脚 C 接触。当接触公共接地时，引脚产生信号。一个引脚先于另一引脚接触，信号会有 90° 的相位差。称为 **正交编码**。顺时针旋转旋钮时，首先连接 A 引脚，然后连接 B 引脚。逆时针旋转旋钮时，首先连接 B 引脚，然后连接 A 引脚。通过跟踪每个引脚何时与地面连接或与地面断开，可以使用这些信号变化来确定旋钮的旋转方向。通过在 A 更改状态时观察 B 的状态来做到这一点。状态相同时，指示旋钮顺时针转动；状态不同，指示旋钮逆时针转动。

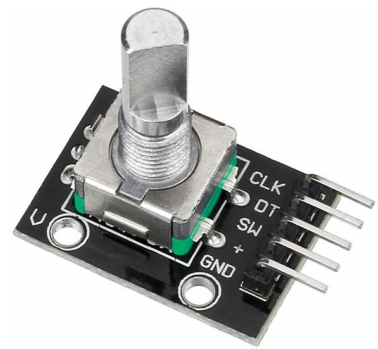


图 5: 编码器模块

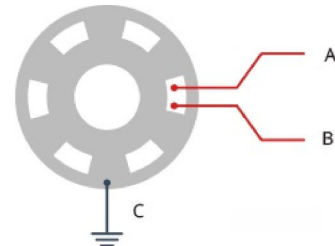


图 6: 编码盘

L298N 模块

引脚说明

1. **VCC 输入**: L298N 芯片的电源正极，范围可以是 5V~35V，如果需从模块内取电给树莓派供电，则其范围为 7V~35V。
2. **GND**: L298N 芯片的电源地，使用的时候应该把树莓派的 GND 接到这里，即两者需要共地，否则电机不转。
3. **+5V 输出**: L298N 芯片输出的 5V 电源，可以给外部设备供电，但要求 VCC 输入要达到 7V 以上
4. **ENA、ENB**: A、B 通道的使能端，高电平有效，向使能端输入不同占空比的 PWM 脉冲信号可控制电机转速。使用时接到树莓派的 GPIO 上，实现程序控制。
5. **INA、INB、INC、IND**: INA、INB 为 A 通道的控制输入，INC、IND 为 B 通道的控制输入。
6. **OUTA、OUTB** 为 A 通道输出，为电机提供电源。
7. **OUTC、OUTD** 为 B 通道输出，为电机提供电源。

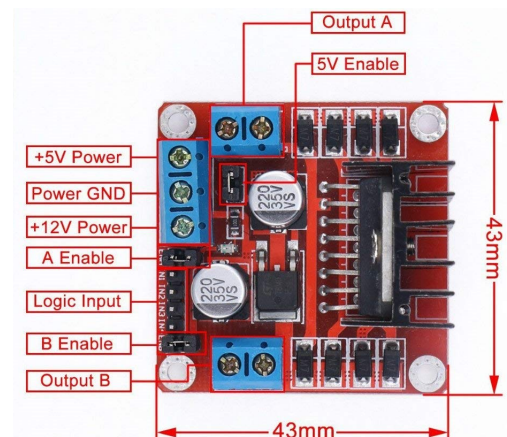


图 7: L298N 电机驱动板接口说明

步进电机

步进电机介绍:

步进电机是一种将电脉冲信号转换成相应角位移或线位移的电动机。每输入一个脉冲信号，转子就转动一个角度或前进一步，其输出的角位移或线位移与输入的脉冲数成正比，转速与脉冲频率成正比。因此，步进电动机又称脉冲电动机。

1. 步进电机是一种无刷直流电机，可将 360° 的完整旋转角度分成相等的步数。
2. 通过施加定量控制信号旋转电动机。改变控制信号速率改变旋转速度。
3. Raspberry Pi 的 GPIO 可生成控制信号，用于控制步进电机的旋转。



图 8: 步进电机

确认事项

- 机械装置的原理图获取
- 电机是否自带编码器
- 程序完成预期确认
- 编码器的购买或重用（增量式编码器和绝对式编码器）
- 关于指定步进电机的型号、控制板、驱动板的型号，说明书
- 说明文档的完善信息

备忘录

- 霍尔编码器是增量编码器下的一个种类
- python 的 GUI 编程选用 tkinter 内置库
- 串口通信选用第三方工具

项目工作安排

- 阅读提供的说明文档资料
- 需求确认
- 步进电机编码器资料整理
- 树莓派与主机通信
- Arduino 与带编码器电机的信息通信实现
- 树莓派与带编码器电机的串口通信

参考资料

1. 树莓派 4B 介绍——<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/>
2. 可触摸显示屏介绍——<https://i-item.jd.com/10027470782200.html#crumb-wrap>
3. 旋转编码器原理介绍和应用——<https://zhuanlan.zhihu.com/p/349824627>
4. 霍尔编码器原理介绍和应用——<https://blog.csdn.net/robotixworkshop/article/details/114275629>
5. 编码器计数原理与电机测速原理——<https://zhuanlan.zhihu.com/p/350368518>
6. L298N 模块驱动直流电机实验——<https://www.jianshu.com/p/dc71346a2fdf>
7. Arduino 实现霍尔编码减速电机 PI 调速——<http://www.cxyzjd.com/article/C1664510416/107227754>
8. 编码器类型原理介绍——https://blog.csdn.net/QWQ_DIODA/article/details/116519580
9. Introduction to L298——<https://www.theengineeringprojects.com/2017/07/introduction-to-l298.html>
10. How to use the L298N Motor Driver——<https://create.arduino.cc/projecthub/ryanchan/how-to-use-the-l298n-motor-driver-b124c5>

附录

针脚说明图

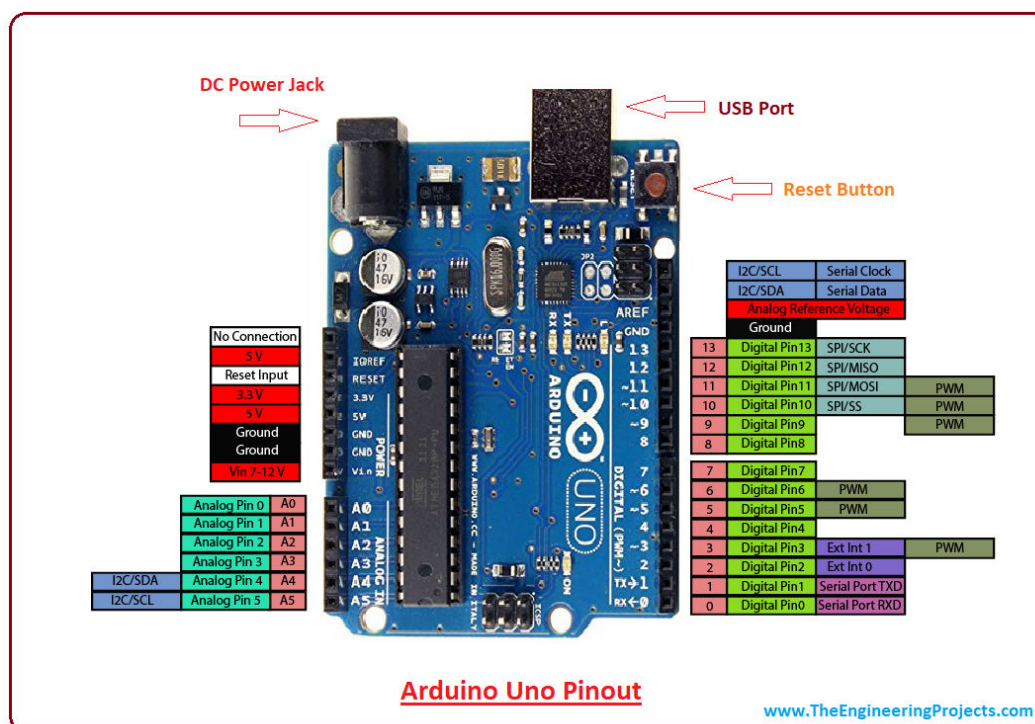


图 9: Arduino 针脚

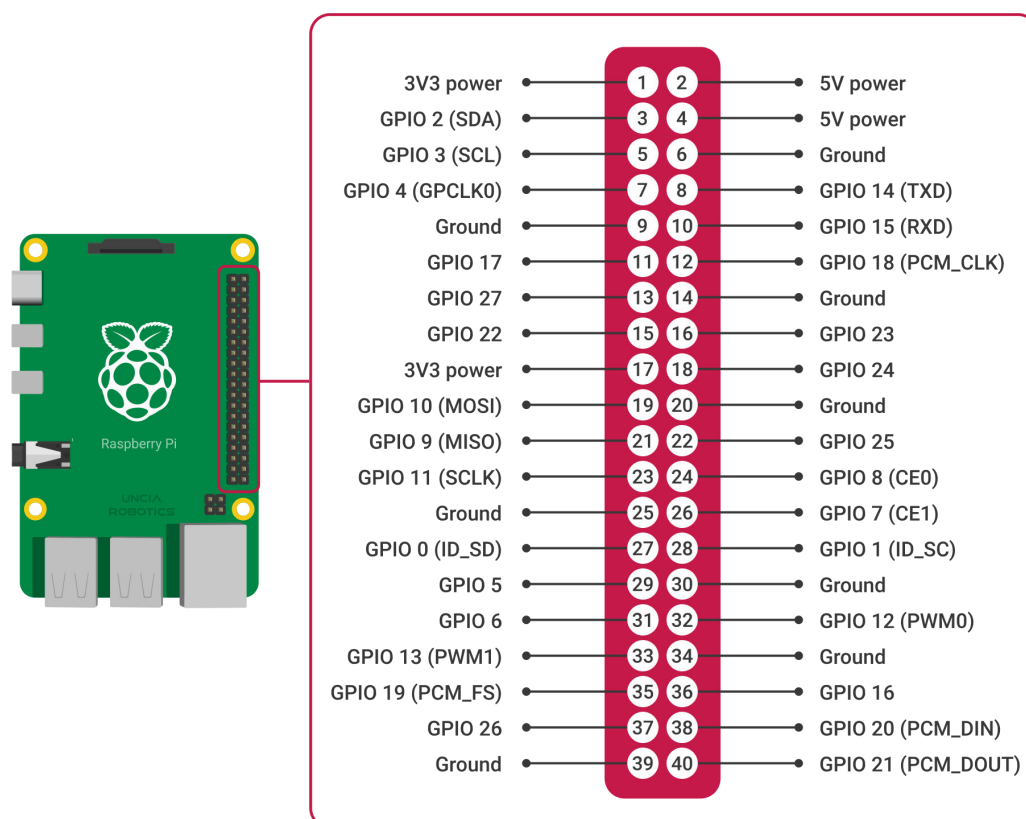


图 10: Arduino 针脚

接口说明和功能说明

第 1 部分双栏内容 Based on the R&D-focused nature of the projects undertaken by the Company, i.e. open source, secondary development based on the original content does not give rise to intellectual property rights. The company has a large capital flow, so we need to hire professional accounting staff to take care of the business.

The products include traditional shopping websites (Taobao, etc.) and WeChat mini-programs (customized services). Users can combine their financial

conditions and needs to make a purchase. Therefore, there is no need to verify the user's identity.

After being able to maintain normal cash flow, the company will work with small outsourced software companies who will develop and maintain the software, online shopping program, and website; the company will set up a corresponding research and development department, which will be responsible for the design of new hardware building block frames and the assembly of the corresponding mechanical control components.