

基于树莓派的智能万年历

连丽红, 蔡剑文

(厦门大学嘉庚学院, 福建 厦门 363105)

摘要: 针对目前大部分的万年历功能单一、交互性差等问题, 文中以树莓派为平台搭建一款基于 Python 语言的智能万年历。首先基于树莓派的高性能采用网络爬虫获取时间和天气信息, 接着使用 DHT11 温湿度传感器补充了室内温度信息, 然后在微雪墨水屏上进行显示, 最后运用了百度语音和图灵机器人拓展了语音交互功能。验证结果表明, 该万年历具备功能丰富、精度高、便携等特点, 具有一定的实用价值。

关键词: 万年历; 树莓派; DHT11; 百度语音; 图灵机器人; Python 语言

中图分类号: TP303

文献标识码: A

文章编号: 2095-1302 (2021) 03-0097-03

0 引言

万年历作为人们生活中常用的计时工具, 即使在电子产品盛行的今天, 由于其直观性, 仍然是大部分家庭的居家必备用品。早期的万年历采用专用数字芯片实现, 电路结构复杂、产品体积大、功能简单。随着集成电路的发展, 基于单片机实现的万年历得到了广泛使用^[1]。单片机替代数字芯片大大简化电路结构, 减小产品尺寸, 并且具有成本低、体积小等优点。但随着人工智能的发展, 人们对智能化的要求越来越高, 同时海量数据的获取不再仅仅依靠各种传感器电路, 网络爬虫已经成为快速获取数据的一种常见方式^[2-3]。由于单片机处理能力有限, 需要寻求更高效的处理平台。树莓派是一款基于 ARM 架构处理器和 Linux 操作系统的卡片式计算机, 具有体积小、成本低、强大的系统功能和丰富的接口资源等特点, 被广泛应用于各种高性能的电子产品中^[4-6]。

本文阐述基于树莓派的智能万年历, 使用网络爬虫进行实时采集信息, 相比单片机实现方式进一步减少传感器等硬件电路的使用, 也更便于后续功能变更和扩展, 并通过百度语音^[6]和图灵机器人^[7]丰富了万年历的语音交互功能。

1 硬件设计

1.1 硬件总结结构

如图 1 所示, 智能万年历是由树莓派、DHT11 温湿度传感器、水墨屏、麦克风和音箱组成。树莓派为控制中枢, 是万年历的核心模块, 主要负责时间和天气信息获取及各模块的控制和交互工作; DHT11 温湿度传感器主要用于采集室内的温度信息; 水墨屏是显示模块; 麦克风和音箱是语音交互

的输入输出设备。

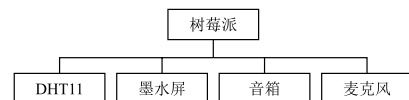


图 1 万年历硬件结构

1.2 树莓派

树莓派选用的 Raspberry Pi 4B 是一款基于 ARM Cortex-A72 内核的 64 位四核处理器。该处理器自带千兆以太网、双频 802.11ac 无线网络和蓝牙 5.0; 带有 USB 3.0 和 USB 2.0、HDMI 等常用接口; 内存硬盘为 SD 卡。此外它的硬件拓展功能也非常优秀, 支持的传感器种类颇多, 有利于系统功能扩展。

1.3 DHT11 温湿度传感器

DHT11 是一款有校准数字信号输出的温湿度传感器。其湿度精度为 $\pm 5\%RH$, 温度精度为 $\pm 2^\circ C$, 湿度量程为 $20\%RH \sim 90\%RH$, 温度量程为 $0 \sim 50^\circ C$ 。

DHT11 有 3 个 I/O 接口, 其中 VCC (正极) 接 3.3 V, GND 接地, DATA 接树莓派的 GPIO7 (BCM 4)。DHT11 与树莓派的连接如图 2 所示, 当树莓派的 GPIO 引脚发送起始信号(低电平)后, DHT11 首先从低功耗模式转换到高速模式, 接着发送 40 bit 的温湿度数据, 并触发主板进行一次信号采集, 用户可选择性读取部分数据, 数据采集后 DHT11 又切换到低速模式。

DHT11 的每一位数据都以 $50 \mu s$ 低电平时序开始, 高电平的长短决定了数据位是 0 还是 1 (低电平“0”的时序为: $50 \mu s$ 的低电平加 $26 \sim 28 \mu s$ 的高电平; 高电平“1”的时序为: $50 \mu s$ 的低电平加 $70 \mu s$ 的高电平)。一次完整的数据传输位数为 40 bit, 包括 8 bit 湿度整数数据 + 8 bit 湿度小数数据 + 8 bit 温度整数数据 + 8 bit 温度小数数据 + 8 bit 校验和。

收稿日期: 2020-08-01

修回日期: 2020-09-02

基金项目: 教育部产学研合作协同育人项目 (201901009018)

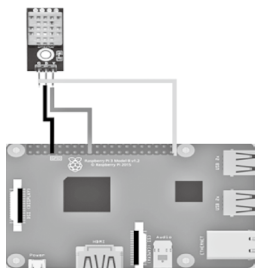


图2 DHT11 引脚连接图

1.4 墨水屏

显示部分采用深圳微雪电子有限公司旗下的 4.2 inch e-Paper Module 墨水屏。该墨水屏和树莓派连接需要一块驱动板 e-Paper Driver HAT，连接线路如图 3 所示。驱动板正面有两个拨动开关 Display Config 和 Interface Config。Display Config 开关是驱动板为支持多款不同的微雪 SPI 电子墨水屏而设置，有 A/B 两端，当接入不同型号的电子墨水屏时，Display Config 开关需对应拨动到不同选项，本设计使用的是 4.2 inch e-Paper，开关拨动到 B 端。Interface Config 开关是支持不同引脚 SPI 设置的，当开关拨动到 1 处，支持 3-line SPI；当开关拨动到 0 处，支持 4-line SPI，本设计使用 4-line SPI。

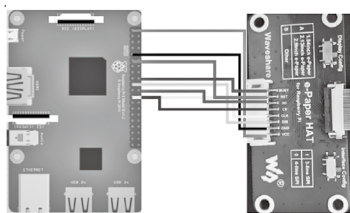


图3 墨水屏驱动板连线图

1.5 语音输入 / 输出设备

输入设备麦克风无法直接使用树莓派上自带的 3.5 mm 接口，需要另外配置 USB 声卡。输出设备外置小音箱可以直接连接至树莓派。

2 软件系统设计

2.1 软件总框图

如图 4 所示，本系统软件的具体实现内容包括系统初始化、信息采集、信息显示、语音交互四大部分。

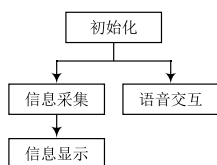


图4 软件总框图

2.2 初始化

系统初始化配置包括开机自启动、定时任务配置。

2.2.1 开机自启动配置

为了方便万年历的使用，设计了开机自动运行万年历功能，主要包括实现开机自启动脚本和相关配置。

(1) 建立 start.sh 脚本

```
#!/bin/sh
sleep 20
sudo python /root/e-Paper/RaspberrPi
\&JestonNano/python/examples/wave.py
```

(2) 设置执行权限

```
sudo chmod 777 start.sh
```

(3) 修改 /etc/rc.local 文件

```
/home/pi/start.sh &
```

说明：“.” “/”（点和斜杠）表示脚本直接执行；“&”表示后台去运行。

2.2.2 定时任务配置

Crontab 是 Linux 下用来周期性地执行某种任务或等待处理某些事件的一个守护进程，当安装完成操作系统后，默认会安装此服务工具，并且会自动启动 Crond 进程，Crond 进程每分钟会定期检查是否有要执行的任务，如果有要执行的任务，则自动执行该任务。

Crond 配置任务的书写格式：分钟 小时 日 月 周 [用户名]

各个字段在具体配置中，还可以使用下列特殊字符：

星号 (*)：代表所有可能值的情况，比如在“月”字段若是星号，则表示在满足其他字段的制约条件后每月都会执行该命令操作。

逗号 (,)：用逗号隔开的值可以指定一个列表范围，例如：“1, 2, 5, 7, 8, 9”。

中杠 (-)：在整数之间用一个中杠可以表示整数范围，例如：“3-7”表示“3, 4, 5, 6, 7”。

正斜线 (/)：正斜线是指定时间的间隔频率，例如：“0-23/3”表示每 3 h 执行一次。同时正斜线可以和星号一起使用，例如：*/20，如果用在“分钟”字段，则表示每 20 min 执行一次。

最后，编辑定时任务使用 crontab-e。若设定每天 7:00 自动播报万年历信息，则输入“0 7 * * * /home/pi/weather.sh”即可。

2.3 信息采集

2.3.1 信息爬取

树莓派开机后会通过网络爬虫，获取公历日期、农历日期、天气、风向、温度等信息。

网络爬虫包括从网络上获取到所需要数据和解析数据两个步骤，使用 Requests 库和 Beautiful Soup 库，其中，Requests 库提供多种 URI 操作，可以像读取本地文件那样方

便地读取互联网中的数据。

网页数据分析与获取如图 5 所示,通过对比分析“今天”页面和“7 天”页面发现,这个网站的请求全是简单的 GET 请求。



图 5 中国天气网(福州)

以请求“7 天”页面为例,请求的 URL 如下:

URL=“http://www.weather.com.cn/weather/101230101.shtml”

其中,“weather”代表请求的是“7 天”;如果请求的是“今天”则是“weather1d”;“101230101”则代表了福州地区的编号。

2.3.2 数据信息采集

DHT11 数据采集采用基于 Adafruit DHT 库读取方法。运行 python AdafruitDHT.py 11 4, 其中 2 个参数分别表示 DHT11 的数据引脚和所接收的树莓派 GPIO 编号,成功的话会类似输出:“Temp=24.0* Humidity=57.0%”。

2.4 信息显示

墨水屏是使用 SPI 接口,通过命令 sudo raspi-config 选择 Interfacing Options—SPI—Yes 可以开启树莓派的 SPI 接口。墨水屏正常工作还需要安装相关软件以及库,即软件:BCM2835、wiringPi; Python 库:RPi.GPIO、spidev。

数据经过排版送墨水屏显示,显示原理是画图,主要函数如下:

```
time_draw.rectangle((10, 15, 185, 35), fill = 255)
```

绘制矩形框:(5, 15, 185, 35)显示是左上角 x, y 坐标和右下角 x, y 坐标;fill=255 是白色填充。

```
time_draw.text((10, 15), time.strftime('%Y 年 %m 月 %d 日'), font = font18, fill = 0)
```

显示当前日期,格式为:XXXX 年 XXXX 日。

```
while True, time.sleep(60)
```

实时刷新时间,即无限循环下每隔 1 min 刷新一次屏幕。

2.5 语音交互

录音采用树莓派自带的 arecord 来实现,通过 arecord-D “plughw : 1” -f S16_LE -r 16000 -d 3 wav 文件可测试树莓派的录音功能。其中,“-D”后面所带的为设备名;“-f”后面所带的为采样格式;“-r”后面所带的为采样频率,百度语音接口要求的采样频率为 16 000 或者 8 000,本系统中采用 16 000;后面所带 wav 文件是录音所存储的文件。此外,树

莓派上使用录音功能,在 Python 中执行录音命令 pyaudio 模块,需要安装。

录好的音频 wav 文件需要转换成 pcm 文件,再传输给百度语音进行识别。本设计中使用第三方库 ffmpeg-python 进行录音格式的转换,命令为:os.system(“ffmpeg -y -i output.wav -acodec pcm_s16le -f s16le -ac 1 -ar 16000 16k.pcm”)。识别返回文字再发给图灵机器人,图灵机器人比对自己的数据库,再返回回答的文本,把文本经过语音合成后保存到本地,最后再播放出来。

3 万年历功能验证

本系统的硬件部分将音箱和 USB 麦克风分别插入 3.5 mm 接口和 USB 2.0 接口,DHT11 和墨水屏驱动板相应的引脚分别连接到树莓派的 GPIO 口上就可以进行功能验证,测试结果通过墨水屏显示和语音交互。

图 6 显示了采集到的万年历信息,图 7 是语音交互功能测试。第 1 条信息是录音功能测试,如果使用 aplay 命令进行播放,可以清晰地听到录音时所说的话语;第 2 条是使用百度 API 接口,将录音中的话语转化成文字;第 3 条是图灵机器人进行的智能回复;第 4 条则是将机器人回复的文字转化成语音即可顺利地完一次完整对答。

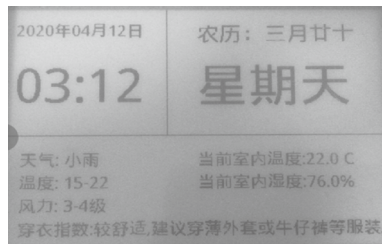


图 6 万年历测试结果

video:0kB audio:156kB subtitle:0kB other streams:0kB global headers:0kB muxing over
你:明天福州天气怎么样?
图灵:福州:周日 04月05日,小雨 东风持续无风向,最低气温11度,最高气温17度。
Playing WAVE 'test.wav': Signed 16 bit Little Endian, Rate 16000 Hz, Mono

图 7 语音交互测试结果

4 结 语

本文主要针对目前万年历功能简单、无法实时交互等问题,分别从硬件和软件两方面设计了一款以树莓派为控制核心的智能万年历。验证结果表明,本设计可实现实时万年历信息显示以及语音交互功能,并且结合树莓派良好的便携性和扩展性,具有较好的实用性。

参 考 文 献

- [1] 高云霞,何鉴,高东梅.基于 ATC89C54 的多功能电子万年历设计[J].制造业自动化,2012,34(17):82-84.
- [2] 邓世广,王月,马亚伟.基于 Python 爬虫技术的高精度地震目录更新程序的设计与应用[J].中国地震,2019,35(3):541-549.

(下转第 103 页)

对点传输, 井盖的控制芯片 MCU 发送数据包, 网关收到后显示在电脑上^[9]。对收发系统进行测试, 最终在电脑终端上显示井盖状态信息, 如图 5 所示。

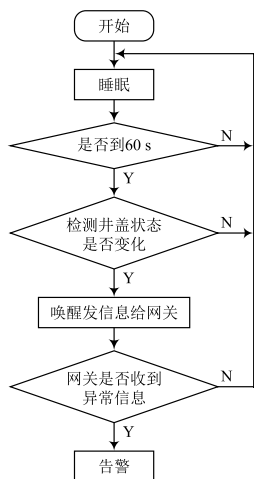


图 4 主流程

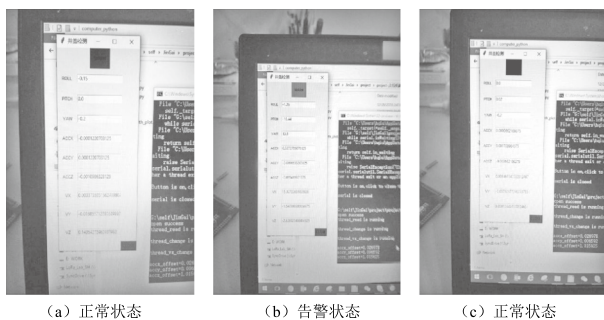


图 5 测试结果

对 3 个井盖状态进行测试, 移动其中一个井盖, 发出告警信息。1 号井盖三维坐标 ROLL 为 -0.15 , PITCH 为 0.0 , YAW 为 -0.2 , 如图 5 (a) 所示; 2 号井盖三维坐标 ROLL 为 0.0 , PITCH 为 0.02 , YAW 为 -0.2 , 如图 5 (c) 所示, 井盖状态均为正常; 3 号井盖三维坐标 ROLL 为 -1.26 , PITCH

为 -18.44 , YAW 为 13.12 , 如图 5 (b) 所示, 由于移动了井盖, 平台显示告警信息。

5 结 语

本文以 NB-IoT 为基础设计智能的城市井盖, 解决了数量繁多、种类多样、布局分散的城市井盖的管理问题。通过传感器和 MCU 实现了对井盖情况信息的采集, 通过 NB-IoT 模块将所得数据上传到云平台, 实现了智能井盖的数字化、智能化、可控化^[10]。整个系统的集成化程度高, 实现了对井盖可视化管理, 与世界智能化的发展趋势相吻合, 对城市管理升级有着正面的意义。此外, 本系统节约了大量的人力、物力, 一定程度上节省了井盖管理的经济成本, 使城市管理变得更加轻松。

参 考 文 献

- [1] 许朝军. 严管井盖并非小题大做 [N]. 经济日报, 2021-01-25 (005).
- [2] 喻旻. 基于 NB-IoT 技术的新型电力井盖监测报警系统 [J]. 电子元器件与信息技术, 2018, 2 (9): 123-126.
- [3] 曾涌泉, 何浩, 赵中军. 基于 NB-IoT 的士兵训练无线终端系统的设计 [J]. 通信技术, 2021, 54 (1): 238-243.
- [4] 彭志娟. 物联网安全分层解析 [J]. 电脑知识与技术, 2016, 12 (16): 71-73.
- [5] TIAN Ye, WANG Yali. Street lamp intelligent monitoring system design based on NB-IoT technology [J]. Journal of physics: conference series, 2020, 1617 (1): 1-11.
- [6] 宦娟, 吴帆, 曹伟建, 等. 基于窄带物联网的养殖塘水质监测系统研制 [J]. 农业工程学报, 2019, 35 (8): 252-261.
- [7] RASTOGI Eshita, SAXENA Navrati, ROY Abhishek, et al. Narrowband Internet of Things: a comprehensive study [J]. Computer networks, 2020, 173: 107209.
- [8] 邢艺兰, 朱杰, 李建义, 等. NB-IoT 模块与电信物联网开放平台的通信研究 [J]. 北华航天工业学院学报, 2020, 30 (3): 4-6.
- [9] 辛冉. 智能网关应用测试及其装维 APP 的研究设计 [D]. 北京: 北京交通大学, 2017.
- [10] 朱代先, 王力立, 刘冰冰, 等. 基于 NB-IoT 的智慧井盖监测系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2019, 27 (10): 55-59.

作者简介: 车亚进 (1970—), 男, 四川广元人, 高级工程师, 研究方向为物联网、嵌入式。

(上接第 99 页)

- [3] 姚可桢, 岳书平. 网络大数据下的中国现代食甜习惯空间分布特征及其影响因素研究 [J]. 地球信息科学学报, 2020, 22 (6): 1202-1215.
- [4] 林志伟, 徐冠华, 吴森洋. 基于树莓派的三维打印上位机控制系统 [J]. 实验技术与管理, 2019, 36 (6): 114-118.
- [5] 李泽山, 郭改枝. 基于树莓派和 Arduino 的 WiFi 远程控制智能家居系统设计 [J]. 现代电子技术, 2019, 42 (24): 167-171.
- [6] 孙妍彦, 李士岩, 陈宪涛. 情感化语音交互设计: 百度 AI 用户体验部门人机交互研究地图与设计案例 [J]. 装饰, 2019, 62 (11): 22-27.

- [7] 林承师. 基于 Java 平台与图灵聊天机器人的接入实现 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2018, 30 (21): 113-116.
- [8] 张路莹, 许亚迪, 郑文青, 等. 基于 STM32 的智能万年历设计 [J]. 现代工业经济和信息化, 2018, 8 (13): 40-41.
- [9] 林志谋. 基于手机蓝牙遥控的万年历设计 [J]. 顺德职业技术学院学报, 2019, 17 (4): 9-11.
- [10] 翟朝霞, 金国华, 刘剑桥, 等. 基于单片机的多功能电子万年历系统 [J]. 数字技术与应用, 2019, 37 (10): 134-135.

作者简介: 连丽红 (1984—), 女, 副教授, 主要研究方向为嵌入式系统及应用。