



树莓派在物理实验教学中的应用

陈振东 杨飞帆

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2019-07-17)

摘要:树莓派是近年来新兴的微型计算机,它造价低廉但功能强大,目前正被广泛运用于青少年编程学习等方面.树莓派在物理实验教学领域同样具有应用价值.从“互联网+物理”和“实验数据绘图”两个方面对树莓派在物理实验教学的运用进行展开介绍和示例展示.互联网+物理不仅能实现班级实验数据的上传和分享,还能实现对课堂进行摄录,完成物理微课堂、云课堂的录制;实验数据绘图,充分利用了树莓派的运算、渲染能力以及丰富的音视频输出接口,能实现实时数据的图表绘制,摒弃传统实验教学中课上记录、课下绘图的方法.

关键词:树莓派 互联网+ 实验数据绘图

互联网的高速发展以及微处理设备的升级迭代,直接推动了物理实验教学的不断进步.近年来,不少教师和研究人員将先进的电子技术融入教学的设计中.2018年,有学者对智能手机的传感器在物理实验中的应用进行了综述,并认为电子技术能为物理实验带来许多全新的思路^[1].随着高集成度半导体技术的发展,树莓派(一款微型计算机)应运而生,这种体积小、运算性能强的计算机已经被用在工业生产、智能家居和编程教学上,但目前在实验教学设计上的运用仍处于萌芽阶段,这种现象在中国尤为明显.因此很有必要以树莓派为例,向教师和教育相关从业人员介绍这类微型计算机,从而推动物理实验教学的进一步发展.本文的工作便是基于这个目标完成的.

1 背景

物理实验的教学,随着时代的发展越来越需要智能化和自动化.传统的单片机处理性能与视频输出能力都较差,并且很难连接互联网,在很多方面已经不能满足物理实验课堂的需要.单片机还缺少如Linux这类人性化的操作系统,大多需要直接操作底层的接口函数,导致其上手难度较高.树莓派是一种新兴的微型计算机,它能完成传统计算机的大部分工作,例如数据处理、音频视频输出以及互联网接

入等,功能十分丰富.同时又保有体积小、功耗低、操作简单等优良特性.除此之外,它还支持通用输入输出接口(GPIO),能够与传统的电子元件和电路兼容.与单片机相比,树莓派在很多的应用场合都更加具有优势.

2 树莓派介绍

2.1 主控板

树莓派早在2011年12月便发布了第一代产品Raspberry Pi B.随后的几年陆续有产品型号的迭代,直到2018年3月推出了目前使用最为广泛的树莓派3B+型号微型计算机,特性包括1.4GHz 64位4核处理器、无线网卡、蓝牙4.2、以太网以及1GB运行内存^[2].尺寸仅85 mm×56 mm×17 mm,且售价约为35美元,折合人民币不足250元.本文使用的树莓派3B+微型计算机如图1所示.



图1 树莓派3B+

相比价格动辄数千元的笔记本电脑和台式电脑来说,树莓派的售价较为便宜,大部分中小学和高校能承担得起.在某些山区学校,班级内不需要购置功能存在冗余的笔记本或台式电脑,只需要为班级购置几百元一台的树莓派,便能完全胜任各种教学的任务.

2.2 外围设备

树莓派具有较强的通用性,它支持多种类型的外设,能满足各类物理实验教学的需求.

树莓派拥有多种视频输出接口,它支持多种显示设备,包括小型的 TFT-LCD 模块、OLED 模块以及较大型的电脑显示屏甚至投影屏.因此,教师可以选择适合的设备向学生进行展示.

此外,树莓派还支持麦克风和摄像头等常用外部设备,大部分此类外部设备不需要安装驱动,即插即用,轻易能实现网络课堂录制和教学微视频录制等功能.本文所使用的配套麦克风和摄像头如图 2 所示.



图 2 麦克风和摄像头

支持的外部设备接口还包括 SD 存储卡卡槽、以太网接口等,教师们可以自行选择以实现特定功能.

3 树莓派与互联网+物理

互联网在物理实验教学中,可为教师提供十分有利的帮助^[3].本文从物理实验课堂的录制和实验数据的上传和共享两个方面进行展开介绍.

3.1 实验课堂的录制

当今的教学正朝着网络化的方向发展,越来越多的教师通过录制课程或者采用直播的方式进行教学,但大多仍停留在理论课程的课堂教学录制中,少有对实验课进行录制.实验课作为物理教学的重要组成部分,同样需要对教师的整个教学过程进行录

制,从而帮助学生课前预习、课后复习以及教师教后总结等^[4].

然而为什么实验课难以进行摄录呢?因为在上实验课时,教师和学生互动,很多时候需要离开讲台.以往传统的通过台式电脑或者笔记本电脑的录制方式,由于其不可移动性,很难完成这项工作.

树莓派作为一个微型计算机,体积小、十分轻便且可携带,因此可以承担起摄录的任务.教师们可以随身携带着树莓派,利用连接的摄像头和麦克风进行实验教学的录制.拍摄的过程如图 3 所示.图 3 下方为树莓派、麦克风和摄像头,图片上方为已经通过 HDMI 接口和树莓派连接好的显示屏,屏幕中显示的是摄像头拍摄到的画面.

录制得到的视频为 FLV 格式,可通过 gpac 格式转换软件包,将视频转换成 mp4 等适合用于制作微课、云平台网页的格式.



图 3 树莓派录制示例

3.2 实验数据的上传和共享

以往传统的物理实验课堂,学生们在完成实验之后记录各自数据,在课后对数据进行整理和收集,最后由教师进行查看和评分.如果有学生的实验数据和标准答案不符,则需要该学生重做一次该实验课.这种滞后的教学方式,往往使学生不能及时掌握所学的知识,学习效果将会很不理想.

互联网和树莓派的结合便为解决这类问题提供了思路.假如把树莓派用作实验教学中的一部分,例如对电学实验来说,代替单片机作为教具的一部分,若实验数据是树莓派经过外接模数转换器转换完成的,可以通过连接至互联网的方式对数据进行上传^[5].可以将 Excel 或 txt 等格式的文件上传至班级公用网络云盘,或借助 onenet 等免费云平台,对采集的实验数据进行保存和共享.

如果条件允许,可以让多名学生共用一套树莓

派设备,通过树莓派之间的网络互联,实现将“实验现象的记录”和“实验数据”进行上传和共享.示意图如图4所示.图中每套装置内各有一台树莓派、显示屏以及传感器和其他外部设备.

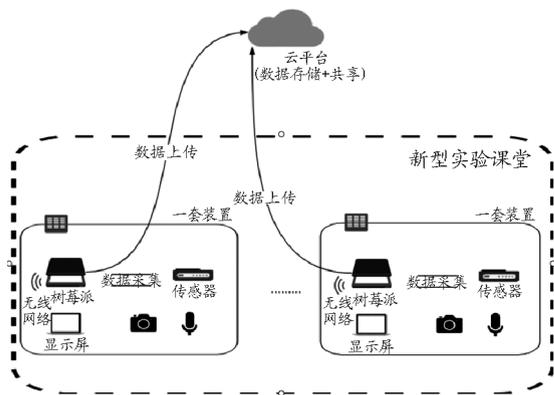


图4 多台树莓派实现网络互联

4 树莓派与物理实验绘图

4.1 树莓派在绘图上的优势

无论是中小学物理实验还是大学物理实验,都离不开实验结果的可视化.可视化的手段通常采用绘制线状图等方式,以往传统的绘制方法,通常需要实验者先收集并且记录数据(以书面或电子记录的方式),然后经过储存或传输,在另外的平台使用第三方工具进行图的绘制.

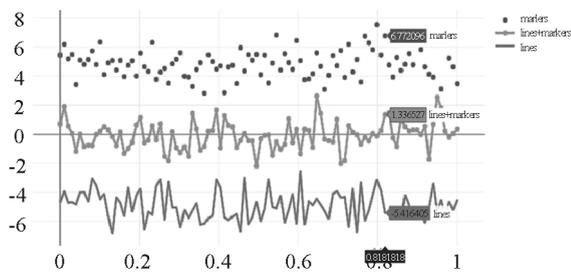
这种传统的方法不仅繁琐复杂,最重要是很难做到实时绘图.在物理实验教学的课堂中,往往不允许存在这种过于复杂、耗时长的环节,因此往往学生采集到数据之后,教师会要求学生们课后再去完成图形的绘制,教学效果将大打折扣.

树莓派拥有着优秀的图形渲染能力和众多的视频接口.只需要利用python提供的许多可视化工具箱和现成的脚本文件(代码文件),树莓派便可以为广大教师提供一个在物理实验课堂中实时绘图的解决方案^[6].

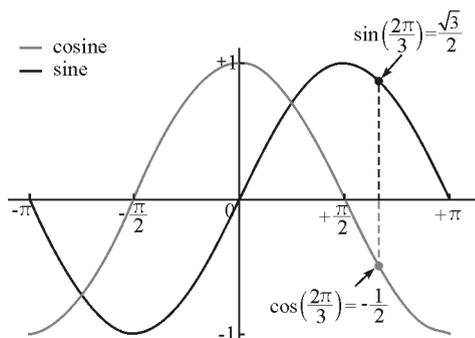
4.2 实际使用示例

目前在python语言中比较适合描点作图的有两个工具箱,一个是最近才出现的plotly工具箱,另外一个应用已经十分广泛、出现时间也较早、较成熟的matplotlib工具箱^[7].两个工具的绘图效果示例分别如图5(a)和(b)所示.二者的主要区别在于plotly对用户较为友好,使用者上手比较简单,学习

成本相对较低.Matplotlib的使用人群多,实例代码相应也较多,但同时也存在着指令繁多、入门较困难的问题.本文将以matplotlib为例,展示利用树莓派这类微型计算机在物理实验数据绘图中的应用.



(a) plotly绘图示例

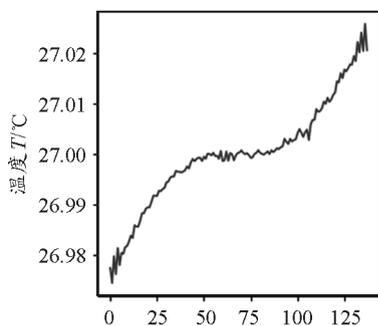


(b) matplotlib绘图示例

图5 plotly和matplotlib绘制示例

根据数据绘图,一般分为两种情况:一种是手动输入数据,然后依靠python可视化工具箱进行各类图形的绘制;一种是利用树莓派的通讯接口进行数据的实时接收,然后再使用python可视化工具箱进行数据的动态绘制.后者对于树莓派的使用更加全面,因此本文以实时数据读取和动态绘图为例,使用matplotlib进行操作的展示.

图6为使用树莓派,通过串口读取温度传感器、电压传感器以及位移传感器并利用matplotlib绘制的实时数据折线图.



(a)

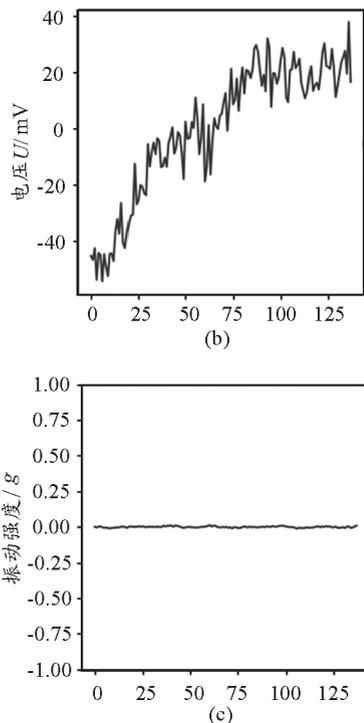


图6 树莓派实时绘图实例

5 结束语

本文通过树莓派在互联网和绘图两个方面对物理实验课堂的辅助和提升应用,为广大教师提供了一种物理实验教具和教学方法上的解决方案.强大

的树莓派和它配套的其他外部设备和程序,可以成为教师们的有力帮手,教师们可以通过树莓派的使用,提高课堂的效率、激发学生的学习兴趣,从而提升实验课堂的教学效果.树莓派上可安装运行的众多python工具箱,教师们不需要知道代码的原理便可以轻松方便地使用它们,适用范围更广.因此,类似树莓派的智能辅助计算机,有十分广阔的应用前景,将来势必能成为物理实验教学的必要强大工具.

参考文献

- 1 饶迪,程敏熙,李锡均. 智能手机传感器在中学物理实验中的应用综述[J]. 物理通报,2019,38(4):123 ~ 128
- 2 汪乐章,林娴,唐伊文,等. 基于树莓派与计算机视觉的家庭火灾报警系统的设计与研究[J]. 电子测量技术,2019,42(08):83 ~ 87
- 3 李松,刘秀琴.“互联网+”大学物理实验教学体系构建[J]. 实验技术与管理,2017(1):172 ~ 174
- 4 罗慧,杨小芳. 利用多媒体技术判断单摆做简谐运动[J]. 物理教学探讨,2018(1):54 ~ 55
- 5 刘小琦. 基于云计算技术的物理教学探索[J]. 中学物理教学参考,2018(2)
- 6 嵩天,黄天羽,礼欣. Python语言:程序设计课程教学改革理想选择[J]. 中国大学教学,2016(2)
- 7 郭飞,于丽君,聂跃平,等. 改进随机梯度上升法在遗址预测中的应用[J]. 遥感信息,2018,33(4):49 ~ 54

Application on *Raspberry Pi* in Physics Experimental Teaching

Chen Zhendong Yang Feifan

(School of Physics and Telecommunications Engineering,

South China Normal University,Guangzhou,Guangdong 510006)

Abstract: Raspberry Pi is an emerging microcomputer in recent years. It is cheap but powerful, and is now widely used in programming learning for teenagers. Raspberry pie also has application value in the field of physics experimental teaching. This paper introduces and demonstrates the application of raspberry Pi in physics experimental teaching from two aspects: “Internet + physics” and “experimental data point plotting”. “Internet + physics” can not only upload and share experimental data of the whole class, but also record the teaching and complete the recording of micro class and cloud class. Experimental data drawing makes full use of the computing and rendering capabilities of raspberry pie and rich audio and video output interface, which can realize real-time data chart drawing and abandon the traditional method of recording in class.

Key words: raspberry Pi; Internet +; experimental data plotting