

文章编号:1005-4642(2024)09-0055-05



基于 Uni-app 框架的高中物理实验 App 设计

——以加速度传感器为例

方春艳^a, 余孝源^b, 李丰果^b

(华南师范大学 a. 物理学院;

b. 物理国家级实验教学示范中心(华南师范大学), 广东 广州 510006)

摘 要:基于 Uni-app 框架自主开发了高中物理实验 App 软件,详细阐述了基于手机传感器的 App 开发流程,并基于此实现了电梯加速度测量实验,讨论了气垫导轨测量重力加速度的实验过程,实验结果与理论值相符. 与 Phyphox 软件进行对比发现:二者采集的实验数据吻合度较高. 该自主软件的开发流程和实验过程描述,将为基于智能手机实验的 App 开发提供技术参考.

关键词:实验应用程序;传感器;加速度;气垫导轨实验

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2024.09.008

物理实验在物理学的发展过程中具有至关重要的作用. 实验是高中物理教与学的重要组成部分,不仅可以培养学生的科学思维和动手能力,激发学习兴趣和团队合作精神,还可以培养学生的创新意识和创新精神. 实验思想和技术与现代科技的发展紧密相关,科技的进步为实验技术的发展提供了技术支持. 实验的数字化和智能化已成为当前高中物理实验研究的热点,其中包括基于智能手机的实验开发和教学. 随着智能手机功能的日益强大,智能手机 App 在高中物理实验中的应用越来越广泛. 例如:Tracker 软件侧重于对物理实验过程进行视频追踪^[1-2];Matlab mobile 软件侧重于和电脑端的结合,对实验数据进行处理和实验结果的呈现^[3];Phyphox 软件则通过调用手机内置传感器进行相应的数据测量和可视化显示^[4-7],以及与 ESP32 开发板进行协同开发,开展物理实验教学^[8],等等. 这些实验研究侧重于关注软件在实验中的应用,对于其功能如何实现,应用过程中软件本身存在的缺陷等问题关注较少. 因此,教师需要掌握软件开发的核心技术,并自主开发软件^[9]. 基于上述考虑,本文基于 Uni-app 框架,自主开发了一款高中物理实验 App 软件,实现了电梯加速度测量实验^[10-11]及其数据的可视化,并与 Phyphox 软件在同一实验条件下进行对

比,验证了自主开发软件采集数据和显示功能的可靠性. 通过气垫导轨测量重力加速度实验^[12-13],验证了该软件数据获取的准确性. 该工作不仅实现了基于智能手机的高中物理实验的数据采集和显示,还为基于智能手机实验 App 的自主开发提供了技术参考.

1 App 程序设计

1.1 Uni-app 开发框架介绍

实验应用程序的开发框架为 Uni-app,该框架是基于 Vue.js 开发的前端应用,具有良好的性能和可移植性. 代码的编写可以编译到 IOS, Android 以及各种小程序等多个平台使用,极大地简化了跨平台应用的开发流程. 同时,该框架支持调用原生模块,具备丰富的组件库、应用程序编程接口(Application programming interface, API)以及云端一体化等优势,极大地降低了开发难度,并可以实现各种复杂功能. 在保证可移植性的前提下,对不同平台进行性能优化,可以节省开发者对不同平台的优化步骤.

1.2 设计流程

在实验应用程序开发过程中,遵循完整的开发流程,确保实验开发项目顺利进行,流程图如图 1 所示.

收稿日期:2024-06-14

作者简介:方春艳(2001—),女,湖南桃江人,华南师范大学物理学院 2023 级硕士研究生,研究方向为物理学科教学. E-mail:2023022194@m.scnu.edu.cn

通信作者:李丰果(1970—),男,甘肃甘谷人,华南师范大学物理学院教授,博士,研究方向为物理实验教学. E-mail:ganguli@126.com

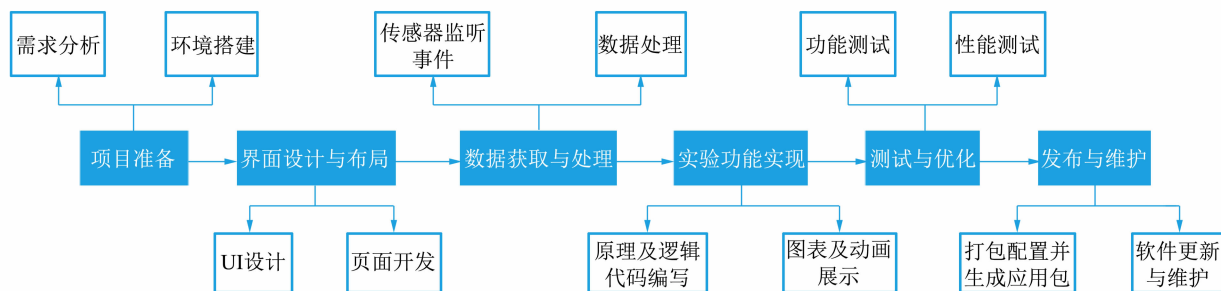


图 1 实验应用程序开发流程图

1)项目准备:对软件开发进行详细的需求分析,明确 App 的各项功能需求、界面设计和用户体验要求等;安装并配置 Uni-app 开发环境(HBuilderX 编辑器等),熟悉开发文档,为后续代码编写和维护奠定基础。

2)界面设计与布局:依据需求分析,利用 Vue.js 以及 Uni-app 组件库等,进行 UI 设计以及用户界面开发,确保界面简洁明了,便于用户理解和操作,提供良好的可交互性。

3)数据获取与处理:通过调用 API,获取手机自带的传感器数据,包括传感器的权限申请、数据的实时采集和处理等,确保所需传感器数据的准确性和实时性。对传感器数据进行预处理,包括数据的解析和降噪。

4)实验功能实现:依据具体需求,实现相应逻辑处理,包括对数据滤波、平滑处理、特征提取等;同时,以图表等形式从多维度、多视角展示实验数据,提供交互功能,确保用户可以直接观察到实验结果。

5)测试与优化:对应用程序进行充分测试,主要包括功能测试以及性能测试。根据测试结果,对应用进行优化和性能提升,包括优化代码结构、提升加载速度等,确保应用的稳定性。

6)发布与维护:完成应用开发后,将程序打包成不同平台版本,生成应用包,将应用程序发布到相应的应用商店平台上线使用,后期根据用户反馈,对应用进行迭代更新,修复已知问题、优化性能、添加新功能等。

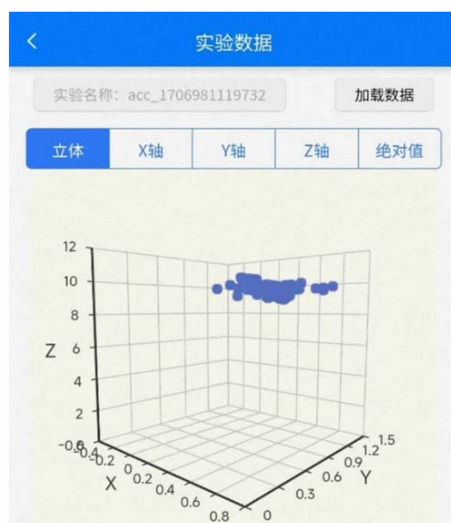
1.3 软件实现

应用程序实现了传感器与实验室两大功能模块,根据不同实验需求,收集处理不同传感器数据。目前设计了加速度传感器、光传感器和陀螺仪传感器 3 种传感器类型。该模块为不同类型的

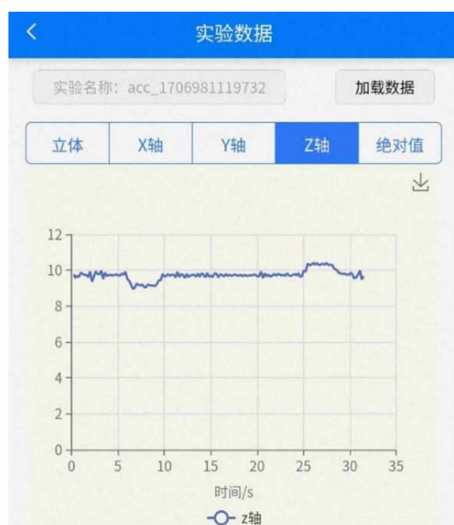
传感器设计详情界面,将获取的实时数据进行可视化显示,以便实验者在实验开始前检查传感器功能是否正常。另外,还需将获取的数据进行缓存处理,便于实验者观察一段时间内数据的变化情况,为后续实验模块的设计提供支持。

在实验室功能模块中,实验者依据实验需求调用不同传感器模块,收集传感器数据,进行可视化处理。根据需要,将数据保存至本地,优化传统物理实验需要人工保存的繁琐性,同时可将数据导出进行处理或分析。针对实验数据,设计历史实验功能,方便查看以往实验数据,实现对数据的三维图像显示,通过旋转实现多视角查看,借助选项卡组件,实现每一数据曲线单独查看,具体如图 2 所示。

本文借助电梯加速度测量实验,与 Phyphox 进行对比实验,以此验证自主开发实验应用程序的有效性和可行性。此外,利用气垫导轨测量重力加速度实验,进一步证实自主开发实验应用的实用价值和可靠性。



(a) 数据的 3D 立体显示



(b) 单一方向数据显示

图2 历史实验数据显示

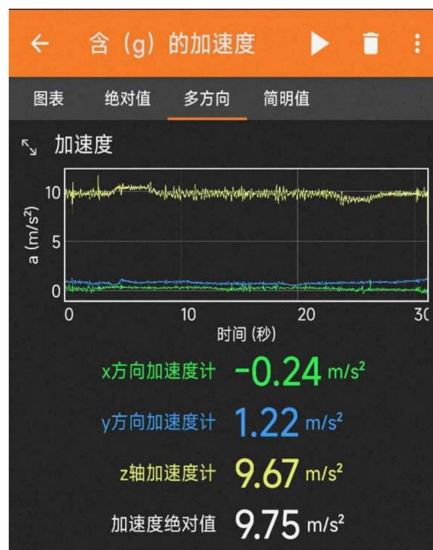


图3 Phyphox 原始数据

2 对比实验

2.1 对比过程

在保持智能移动终端与电梯相对静止的状态下,将手机与电梯视为整体,通过测量手机的加速度变化,得出电梯实际运行过程中的加速度变化.自制 App 通过收集移动智能终端携带的加速度传感器数据,实现对电梯运行时加速度变化的测量,以及数据的可视化处理与分析.本次实验中,测试电梯类型为曳引式驱动电梯,测试环境总楼层为 27 层.实际测量过程中电梯与移动智能终端始终保持相对静止,且控制其他变量始终不变,设置 1 层为测量起点,共测量 3 个实验组,分别为:1~5 层、1~10 层和 1~15 层.

2.2 对比结果

与 Phyphox 软件进行对比实验,选取 Phyphox 中“含(g)的加速度”传感器.其中 Phyphox 和自制应用程序的部分原始实验数据分别如图 3 和图 4 所示.

实验发现:在电梯的实际运行中,加速和减速过程迅速,短时间内即可达到最大加速度.通过对原始数据分析可知,有效数据为 Z 轴加速度计所示,X 轴和 Y 轴数据为次要因素,可忽略.因此,数据处理时主要选取 Z 轴数据为分析对象,并在处理过程中去除当地重力加速度的影响,以对比 Phyphox 与自制应用程序,对比结果如图 5 所示.

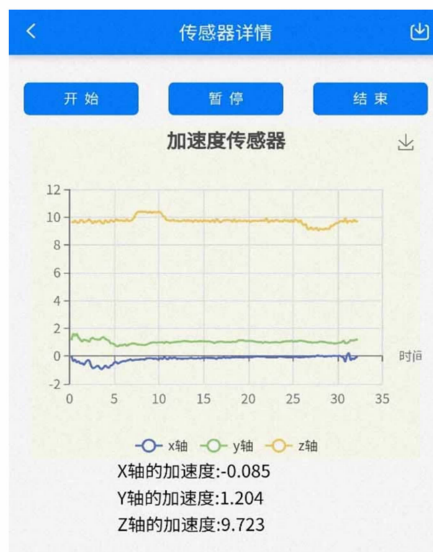
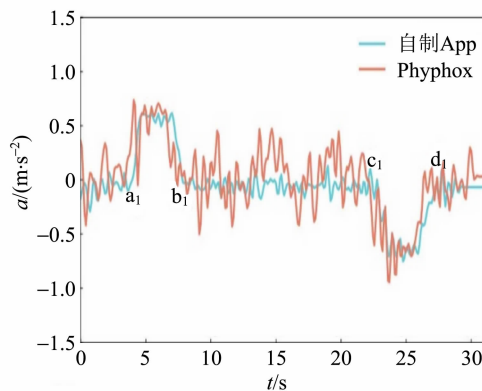
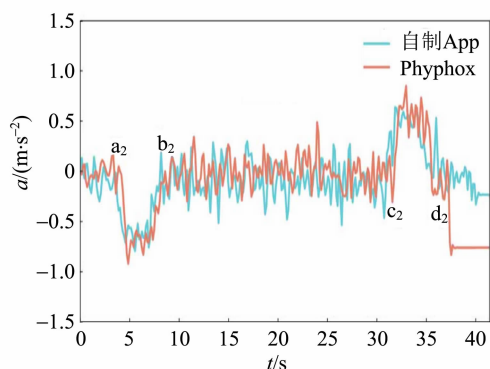


图4 自制 App 原始数据



(a) 电梯上行数据对比



(b) 电梯下行数据对比

图5 实验应用程序与 Phyphox 对比数据分析

由图5可知:在相同实验条件下,自制实验应用程序与 Phyphox 所收集的数据整体趋势相吻合,虽存在一定程度的波动,但波动形式相对稳定,数据线性拟合效果良好.在电梯加速度的增减过程中,二者数据拟合度较高.

在电梯匀速运动阶段(即 $b_1 \sim c_1$ 阶段及 $b_2 \sim c_2$ 阶段),二者均出现一定程度的波动,但整体趋势仍保持一致,出现波动的原因主要在于电梯在运行中的自然抖动.深入分析二者在实验中的差异,可发现二者的数据采集速率不同. Phyphox 数据采集速率能够适配手机的最高数据采样率,因此采样率高、延迟小(最小延迟为 $2\,500\,\mu\text{s}$),灵敏度高.自主开发的实验应用程序,数据采样率为 $20\,\text{ms}^{-1}$,数据采集的延迟稍逊于 Phyphox.虽然二者在数据采集上略有差异,但在整体趋势上保持一致,充分验证了自主开发实验应用程序的有效性和适用性,可以为基于智能手机开发 App 进行物理实验提供有力的数据支持.

电梯运行过程中,起始阶段加速度迅速攀升至最大值.通过对多次实验数据对比以及图像分析,得出电梯最大加速度 $a=0.5\,\text{m/s}^2$.实验数据曲线的拟合结果显示电梯加速度变化整体稳定且规律.值得注意的是,电梯的变加速和变减速过程均非常迅速,同时电梯会根据起始层与终止层的距离动态调整运行策略,缩短甚至取消匀速运动阶段,以实现更为高效地运行.

3 可靠性验证

3.1 验证过程

如图6所示,展开气垫导轨测量重力加速度,进一步验证应用程序的适用性.根据牛顿第二定

律原理并采用整体法可知:

$$F=(m_i+m_2)a, \quad (1)$$

其中, m_i 为砝码质量, m_2 为滑块和手机的总质量,利用电子天平测得 $m_2=429.87\,\text{g}$, m_i 通过增减砝码数量进行控制.滑块和手机的加速度为

$$a=\frac{m_i}{m_i+m_2}g=Kg. \quad (2)$$

实验过程中,通过改变砝码数量控制实验变量,共设置10组实验,重复测量10次,以减小实验误差,并通过 Python 进行数据处理,最终得到广州当地的重力加速度.

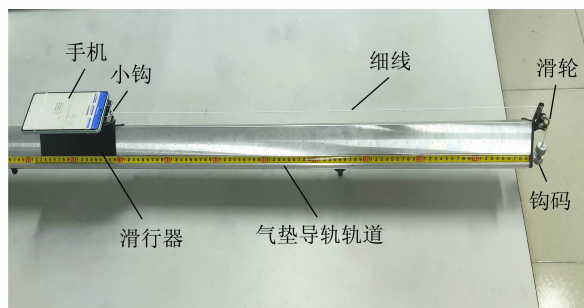


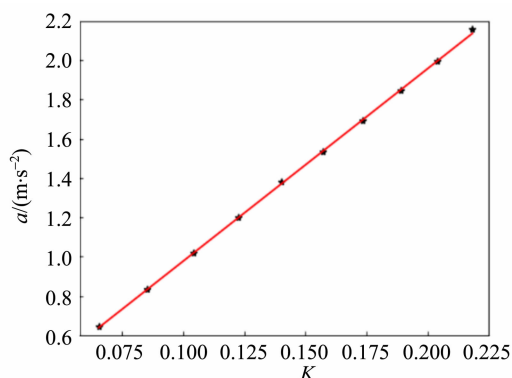
图6 实验装置图

3.2 验证结果及结论

广州市理论重力加速度 $g=9.795\,\text{m/s}^2$,通过将测得的每组钩码质量对应的加速度取平均值,利用 Python 的第三方库 Matplotlib, Numpy 和 Pandas,对每组实验数据进行拟合处理,得到数据如表1所示,再将数据进行线性拟合,结果如图7所示.由图7可知:测得广州当地重力加速度为 $9.819\,\text{m/s}^2$,实验值与理论值符合较好,进一步验证了自制实验应用程序的适用性和可行性.

表1 实验数据表

m_i/g	K	$a/(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$
30	0.065 2	0.643 0
40	0.085 1	0.833 4
50	0.104 2	1.020 9
60	0.122 5	1.202 3
70	0.140 0	1.380 0
80	0.156 9	1.536 5
90	0.173 1	1.695 8
100	0.188 7	1.847 8
110	0.203 8	1.996 0
120	0.218 2	2.157 3

图7 $a-K$ 线性拟合数据图

4 结束语

结合智能手机开展物理实验教学,是对物理信息化教学模式的深度探索和尝试。移动智能终端设备的便携性和广泛普及,学生可以随时随地进行物理实验,突破传统实验环境的限制。对于教育资源相对匮乏的地区而言,该方式可以跨越传统教育资源的障碍,学生有机会接触到更多富含互动性和实践性的物理实验,深化学生对物理知识的理解和应用。信息化实验以其高效的数据处理能力和直观的图像呈现方式,降低了实验误差对结论的影响,使学生可以更直观地观察和分析实验现象。这不仅是提升教育教学效果的强大助力,也是物理实验教学改革创新的迫切需求。本文以加速度传感器为例,介绍了自主开发的实验应用程序。通过与 Phyphox 进行对比实验,验证了自主开发程序的可行性,通过气垫导轨测量重力加速度实验,进一步验证了自主开发实验应用程序的适用性。该程序可以丰富物理实验教学的手段与方法。未来,将继续完善这一应用程序,融入更多与生活实际和物理教学相关的实验内容,探索更多富有成效的教学方法。

参考文献:

- [1] 赵霞,张增明. 利用视频追踪法测量运动的加速度[J]. 物理实验,2021,41(10):29-32,49.
- [2] 丁益民,吴星星,秦凤玲. 基于 Tracker 的动量定理验证实验[J]. 物理实验,2020,40(6):57-59.
- [3] 张碧婷,周重仪,李丰果. 基于 Matlab mobile 的高中物理实验与多用户实验监控平台开发:以验证牛顿第二定律为例[J]. 物理通报,2022(4):117-121.
- [4] 潘军良. 运用 phyphox 程序的通电螺线管定量探究实验[J]. 物理教师,2023,44(11):64-67.
- [5] 周家盛,庄伟. 基于 Phyphox 的进阶式实验探究教学:以“用单摆测量重力加速度”教学为例[J]. 物理教学,2023,45(12):16-18,67.
- [6] 潘军良. 运用 phyphox 程序的通电螺线管定量探究实验[J]. 物理教师,2023,44(11):64-67.
- [7] 徐鹏. 基于智能手机的高中物理实验改进与创新:以“超重失重”为例[J]. 物理教师,2023,44(8):61-63.
- [8] 陈剑峰. 基于 ESP32 与 Phyphox 的多功能振动实验装置的设计与实验[J]. 物理教师,2022,43(8):49-51.
- [9] 马天成,李全彬. 大学物理实验 App 的设计与实现[J]. 大学物理实验,2020,33(5):125-130.
- [10] 郭雪鹏. 借助“科学杂志”探究电梯的运行规律[J]. 物理教师,2017,38(6):77-79.
- [11] 施明原,施郁. 通过电梯中物体的称重变化测量电梯的加速度[J]. 物理教学,2022,44(6):71-77,80.
- [12] 崔静莹,张昆,李存,等. 基于智能手机 App 验证牛顿第二定律的研究[J]. 大学物理实验,2023,36(2):127-131.
- [13] 邱龙斌,矣昕宝,李立. 利用 SensorKinetics 手机传感器软件测量重力加速度[J]. 物理实验,2020,40(3):60-62.

(下转 63 页)

[5] 李薇. 高中物理创新实验设计:探究光电效应的实验规律[J]. 湖南中学物理, 2023, 38(10): 60-64.

[6] 童有彩, 张安军. 基于物理核心素养的“光电效应”实验教学探索[J]. 物理教师, 2023, 44(9): 29-33.

Self-made photoelectric effect experimental demonstration device

MA Shuncun

(High School Affiliated to Hunan Normal University, Changsha 410006, China)

Abstract: The design, fabrication method, application and experimental results of a photoelectric effect experimental device were introduced. The device used a multi-range micro-current sensor, which could accurately measure the photocurrent for different luminance light sources and different photocells. The model of photocell and filter were studied, and the three main experimental performances of the photoelectric effect, i. e. cutoff frequency, saturation current and suppression voltage, were demonstrated effectively. The design of the experimental instrument was reasonable, the operation was simple, the phenomenon was obvious, which was obviously suitable for classroom demonstration.

Key words: photoelectric effect; cut-off frequency; saturation current; suppression voltage

[编辑:龙玉梅]

(上接 59 页)

High school physics experiment app design based on Uni-app framework ——Taking accelerometer as an example

FANG Chunyan^a, YU Xiaoyuan^b, LI Fengguo^b

(a. School of Physics; b. National Physics Experimental Teaching Demonstration Center
(South China Normal University), South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Based on the Uni-app framework, an App software for high school physics experiments was independently developed. The App development process based on mobile phone sensors was elaborated in detail, and the elevator acceleration measurement experiment was implemented. The experimental process of measuring gravity acceleration with an air cushion guide was discussed, and the experimental results were consistent with the theoretical values. The comparison with the Phyphox software showed that the experimental data collected were highly consistent. In terms of data display, the three-dimensional display function was added to enhance the visualization of the data. The software development process and the experimental process description would provide a technical reference for the development of Apps based on smartphone experiments.

Key words: experimental application; sensor; acceleration speed; air cushion guide experiment

[编辑:龙玉梅]