

《利用Arduino探究单摆周期》 教学实践及反思

□ 张敬云 钟柏昌 李守良 谢作如

选题背景

随着机器人技术的普及，机器人进课堂成为一种趋势。但是，从目前的机器人教学的内容来看，机器人只是作为学习的对象，有关机器人技术的本体知识构成了机器人课程的核心或全部内容，模拟实验或模拟再现生产生活中的科技产品成为机器人课程的主要教学方式。尽管这对学习机器人的基础知识和基本技能来说非常有效，但不应该成为机器人教学的全部。而科学探究，作为一个世纪以来国际基础教育改革所努力追求的方向，却在教学实践层面没有得到足够的重视。

实际上，世界各国一直提倡学生科学探究能力的培养，我国的新课程改革也特别强调科学探究活动。我们认为，将机器人作为科学探究的一种工具和平台，开展科学探究活动，是中小学机器人教育的一个重要发展方向。因此，在探究单摆周期的课堂活动中，我们将红外数字避障传感器作为科学探究实验的一种工具，搭建探究单摆周期的实验装置。这将不仅能够帮助学生机器人的基础知识和基本技能，掌握与单摆实验相关的知识，还能够培养学生的科学探究能力，提高他们学习机器人的积极性。

方案设计

1. 教学内容和学生情况分析

本课的教学内容是利用Arduino探究单摆的周期，并学会红外数字避障传感器的使用方法。本课的教学对象是温州中学高一学生，他们已经对Arduino机器人产生了浓厚的兴趣，并已理解了Arduino机器人的输入输出，掌握了传感器及串口监视器的使用方法，熟悉了Mixly的基本模块。

2. 教学目标

(1) 掌握Arduino机器人中红外数字避障传感器的使用。

(2) 通过自主设计探究单摆实验的方案，体验科

学探究的过程和方法。

(3) 通过利用Arduino做科学探究的实验，感受传感器为工作带来的便利，使学生对学习机器人产生积极的态度。

3. 教学重点和难点

本课的教学重点是通过利用Arduino探究单摆周期的实验，理解科学探究的一般过程与方法，难点是自主制定计划、设计探究实验方案。

4. 探究单摆周期实验的方案设计

由教学内容及教学目标可知，本课题最重要的是让学生在理解单摆实验原理的基础上，自主制定探究活动的实验方案，从而体验科学探究的一般过程与方法，提高学生学习机器人的兴趣。因此，综合考虑教学内容、教学目标及课堂时间等因素，本课题设计了如表1所示的实验方案。

表1 利用Arduino探究单摆周期的实验方案

方案描述	主要器材	编程知识
用手将小球拉至某一角度无初速度释放，利用红外数字避障传感器检测小球是否到达最低点。如果到达，摆动的次数加1，并且开始计时，最后将计算结果从串口输出	R o m e o V1.2、红外数字避障传感器	选择结构

硬件搭建

利用Arduino探究单摆的周期实验所用到的硬件器材有：Romeo控制器、红外数字避障传感器、USB数据线以及3P线等。

1. 红外数字避障传感器

红外数字避障传感器也称红外接近开关，是一种集发射与接收于一体的光电开关传感器。传感器在接收到信号后，会引起后测指示灯的亮灭。这款传感器背面有一个电位器，可以根据需要调节障碍的检测距离。当探头前方无障碍时，红外数字避障传感器输出高电平，有障碍时则相反。

2. 硬件搭建

红外数字避障传感器自带了3P接线，其中红线对应5V，绿线对应GND，黄线对应信号线，将其按照对应颜色的接线接在Romeo控制器的数字针脚即可。本文中接线接在了2号数字针脚，接线图如图1所示，实物图如图2所示。

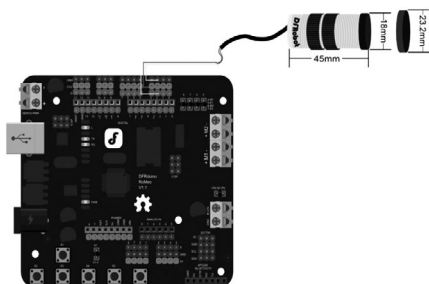


图1 接线图

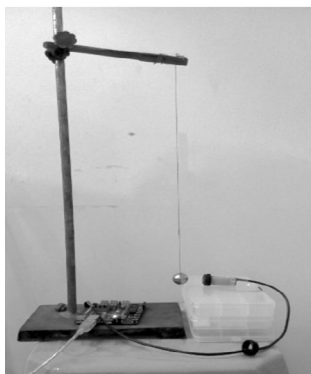


图2 实物图

程序编写

程序编写需解决两个问题：一是记录单摆来回摆动的次数和时间；二是根据检测到的次数和时间自动输出单摆的周期。由于单摆刚开始摆动时不很稳定，因此有必要略过前几次摆动的次数及时间。这里，我们从单摆摆动的第三次开始计时和计数。测出需要摆动的次数和时间后，就可以用总时间除以总次数，求出单摆的周期。要注意的是，每次传感器检测到小球经过最低点时，是经过了半个周期，因此在计算单摆周期时，需将次数除以2，具体程序如图3所示。



图3 程序代码

教学实践

在本次教学实践中，教师主要通过以下四个环节完成教学。

1. 抛出问题 引入新课

教师出示一张钟摆的PPT，同时给学生抛出一个问题：有同学注意到家里摆钟的钟摆在有规律地摆动，经认真观察发现，钟摆来回摆动一次的时间刚好是1秒。那么，是不是所有的钟摆来回摆动一次的时间都是1秒呢？教师让学生上网查找资料并以小组为单位展开讨论，最后请小组代表发表组内意见，同时对学生的观点给予肯定或者纠正。教师再以PPT的形式展示物理实验中单摆实验的示意图，并向学生解释周期的概念及钟摆的工作原理。教师接着向学生展示传统单摆实验的装置，并引导学生思考这样做实验可能产生的误差和不足。经各抒己见后，教师做出总结：当人观察到小球到达最低点时，开始用秒表计时并人为计数，这样操作存在很大的人为误差。那么能否利用Arduino制作一套这样的实验装置，避免人为误差呢？即这套装置应该具有如下功能：检测到小球摆到最低点时，次数自动加1，同时自动计时，自动求出单摆的周期时长。

2. 讲解新知 制订计划

通过前面的学习，学生已了解到传感器最大的优势在于能够自动获取数据，因此教师向学生提问“可以利用哪种传感器检测小球是否到达了最低点，并开始自动计时、计数呢”，引发学生思考。学生讨论后，教师向学生介绍一款新的传感器——红外数字避障传感器。在为学生简单介绍其使用方法之后，教师

让学生自己完成传感器与Romeo控制器的连接并编写程序，通过串口监视器观察当传感器检测到障碍物和检测不到障碍物时的输出值。

接着，学生以小组合作的形式制定探究计划并设计实验。由于之前学生没有接触过科学探究的实验，为鼓励学生顺利完成实验任务，教师为学生提供了一份有关科学探究一般步骤的表格，作为他们的学习支架，如表2所示。在学生制定探究计划的过程中，教师要作为参与者参与其中。当学生探究遇到问题时，教师也要作为引导者引导学生走出困境。教师请小组代表汇报本组的探究计划，并请其他小组成员对他们的汇报内容进行评价，最后教师对学生的计划进行总结。探究活动结束后，教师要给学生留一定的时间，让他们结合刚才同学及教师的意见，对探究计划做进一步的修改和完善。

表2 利用Arduino探究单摆周期导引

科学探究的步骤	具体内容
提出问题	摆钟来回摆动一次的时间都是1秒吗
形成假设	查找资料，形成自己的假设
制定计划和设计实验	1. 所需器材 2. 所需控制的变量 3. 实验步骤
进行实验和收集数据	数据记录表
分析数据和得出结论	数据可视化、假设正确与否
评价与反思	对实验进行总结

3. 进行实验 收集数据

让学生按照制定好的实验步骤，以小组的形式进行具体的实验操作，并在实验过程中做好相关的数据记录。最后，通过对数据的处理分析，各小组得出实验结论，验证或证伪假设。

4. 得出结论 评价交流

学生以小组为单位汇报本组获取的实验数据以及得出的实验结论，并能够对本组和其他小组的探究实验做出正确的评价。

教师首先让完成探究实验的小组展示他们的实验装置，再汇报他们获得的数据和分析结论。本次教学，全班一共30名学生，3名学生为一组，一共10组。在这10个组中，单摆来回摆动一次的时间都不是1秒，并且有5个小组经过控制变量的方法得出：当摆角和小球的质量一定时，摆线越长，单摆的周期越长，反之则越短；当摆线和小球的质量一定时，单摆的周期与摆角无关；当摆线与摆角一定时，单摆的周期与小球质量无关。最后，教师选取了一个小组的探究实验作为范例，从器材选取、变量控制、程序算

法、数据处理、误差分析等多个角度对作品进行了评价。在学生掌握了评价尺度后，再让各个小组对其他小组的实验过程及结论进行评价，并投票选出最佳的探究实验方案。

5. 拓展提升 课堂总结

单摆在摆角小于 5° 时，可近似认为是简谐运动。此时，单摆运动的周期公式为： $T=2\pi\sqrt{L/g}$ ，其中L指摆长，g是当地重力加速度。为了鼓励学生利用已有知识，提高上网查阅资料的能力，在完成单摆周期的实验探究之后，教师提出了一个新问题：如何利用单摆实验测出当地的重力加速度？

最后，教师对本课进行总结：本课重点是掌握科学探究的一般过程和方法。因此，不仅要学习Arduino机器人本身的知识与技能，更希望大家在遇到问题时，将它作为探究过程中强有力的辅助工具，帮助我们更准确地获取数据、更方便地解决问题。

本次教学主要是让学生通过自主设计探究单摆实验的方案，体验科学探究的一般过程与方法，并能感受利用Arduino自动获取数据的优势及其给我们的工作带来的便利，从而激发学生学习机器人的兴趣。从学生的任务完成情况来看，全班一共30名学生，全都制定了探究实验的方案，并得出了实验结论。对于拓展任务，由于时间原因，许多学生只查阅了相关资料。但令人欣喜的是，有2组学生在好奇心的驱动下，利用课余时间完成了测量重力加速度的任务。另外，本次教学还有一些需要改进之处。比如，在让学生制定探究计划之前，对知识点的讲解不够全面；在编写程序的环节，对学生的提示和引导不够细致等。@

注：本文受教育部人文社会科学研究青年基金项目“义务教育STEM校本课程的开发与应用研究”（项目编号：13YJC880121）资助。

参考文献

- [1] 美国国家研究理事会. 罗星凯等译. 科学探究和国家科学教育标准——教育学的指南[M]. 北京：科学普及出版社, 2001: 35-38.
- [2] 张丽芳, 谢作如, 钟柏昌. 《小鸡孵化装置》课堂教学及反思[J]. 教育研究与评论（技术教育）, 2014(5).

（作者单位：南京师范大学教育科学学院 南京师范大学教育科学学院 北京师范大学教育技术学院 浙江温州中学）