

《自动跟踪小车》教学设计与反思^{*}

张丽芳¹, 谢作如², 钟柏昌³

(1,3.南京师范大学教育科学学院, 210097; 2.浙江省温州中学, 325014)

摘 要:近年来越来越多的中小学开设了机器人课程,但往往局限于以小车为主体的循迹、避障等重复性、验证性的教学内容,或者参考当前比较流行的机器人竞赛项目来开展教学,不利于学生创新能力的培养。本课题以自动跟踪小车为例,利用 Arduino 平台、红外数字避障传感器和超声波传感器制作了自动跟踪小车,旨在培养学生综合利用 Arduino 机器人知识和技术制作一些有创意、有趣的智能人造物。

关键词:Arduino MiniQ 小车自动跟踪功能

目前,小车是中小学机器人教学的一个主要载体。然而,有关以小车为载体的教学,往往局限于避障小车、巡线小车、防跌落小车等,这些单一性、重复性的、缺乏趣味性的内容,既没有体现机器人蕴含的教育价值,也不能很好地激发学生的探究欲望和创新意识。本课题以自动跟踪小车为例,综合应用所学的知识和技术制作有创意的机器人

作品,培养学生利用 Arduino 设计智能小车的能力。

一、选题背景

自动跟踪是连续跟踪并测量运动目标轨迹参数的系统,它由位置传感器、信号处理系统、伺服系统和跟踪架等部分组成。目前,人们一般采用较为复杂的算法来实现自动跟踪,如质心跟踪算法、相关跟踪算法、相

位相关算法、多目标跟踪算法、边缘跟踪算法、组合跟踪算法等。显然这些算法超越了中学生的可接受能力,在教学中不易实现。考虑教学的可行性,本课采用了具有测障功能的传感器来实现小车的自动跟踪功能,基本思路是利用两个红外数字避障传感器检测人或者物体移动的方向,决定小车的左转和右转;利用超声波传感器检测小车与物体之间的距离,根据检测出的距离决定小车的前进、后退或者停止。因此,利用传感器实现自动跟踪是本节课的教学重点和难点。

二、方案设计

基于以上利用传感器实现小车自动跟踪功能的思路,笔者首先对教材和学生情况进行了分析,然后确定了本次课的教学目标,最后设计了小车自动跟踪的方案。

(一) 教材与学生情况分析

本节课是自编教材《Arduino 创意机器人》第三章《智能小车》的第七节课。本节课主要涉及红外数字避障传感器模块和超声波传感器两种器件,并通过这两种器件的组合应用制作出自动跟踪小车,最后从自动跟踪、小车、传感器等多个角度,引导学生产生更多的小车创意。本节课的教学对象是初一学生。本节课设计的自动跟踪小车,主要目的是让学生综合应用所学的机器人知识和技术制作一些有创意的机器人作品,提高学生利用 Arduino 制作智能小车的能力。

(二) 教学目标

1. 了解一些常见的自动跟踪技术并利用传感器实现自动跟踪。
2. 经历编写、下载程序的过程,体验现代控制中软、硬件结合制作自动跟踪小车的方法;通过自动跟踪小车实验,经历软、硬件

结合的调试方法。

3. 感受机器人的魅力,激发学生学习和探索机器人的热情,提高综合应用所学知识制作机器人作品的应用能力。

(三) 可选方案的设计与选择

基于以上分析,笔者初步设计了五种自动跟踪小车的方案(如表1)。

综合五种方案的不同特点,本节课最终采用方案一作为教学的基本内容,主要因为:

第一,从硬件搭建的角度来看。方案一只涉及学生已经掌握的测障传感器,而其他方案,有的涉及语音模块,有的涉及舵机模块。本节课的主要目的是让学生综合利用所学的机器人知识和技术制作有趣味性的机器人作品,所以呈现给学生的内容应该是学生所熟悉的硬件。

第二,从程序编写的角度来看。方案一的编写程序涉及的知识是比较简单的选择结构和且运算,其他三种方案还涉及变量、字符串等知识。

第三,从自动跟踪的角度来看,方案一中的小车根据自身带的传感器便可以实现自动跟踪,而其他的方案还需要外界的辅助才能实现自动跟踪,如方案二需要用到舵机,方案三需要用到遥控器,方案四需要用到一个手势端的语音模块,方案五还需要用到摄像头,后面的四个方案虽然可以实现自动跟踪,但是还需要外界的信号输入,显然有些笨拙,没有实现自动化、智能化。

第四,从学生的角度来看。通过前面的学习,学生对机器人已经产生了浓厚的兴趣,掌握了一般传感器的使用方法,并具备了一定的编程能力,但缺乏综合应用所学机器人知识和技术设计机器人作品的能力,所以呈现给学生的硬件、算法等最好是学生已经掌握或者熟悉的。

表 1

方案名称	方案内容	器材	编程知识	备注
方案一	利用超声波传感器和红外数字避障传感器实现小车的自动跟踪。其中,红外数字避障传感器用于检测人移动的方向(左转或者右转),以控制小车转向;超声波传感器用于检测小车与人或者物体的距离,并根据检测的距离控制小车的前进、后退和停止	Romeo、红外数字避障传感器、超声波传感器	选择结构、且运算	简单、易实现
方案二	利用舵机和超声波传感器实现小车的自动跟踪。其中,超声波传感器用于检测小车与物体的距离以控制小车的方向;舵机用于控制超声波传感器 180 度范围内扫描小车与物体的距离	Romeo、舵机、超声波传感器	选择结构、当循环、变量	程序复杂
方案三	利用遥控器和红外接收头实现小车的自动跟踪。其中,遥控器用于发出小车前进、后退等指令;红外接收头用于接收遥控发出的指令,并根据接收的指令控制小车方向	Romeo、遥控器、红外接收头	字符串、选择结构、串口输出	学生对字符串暂未接触
方案四	利用语音模块实现小车的自动跟踪。语音模块用于接收人发出的指令,并根据接收的指令控制小车方向	Romeo、语音模块	库、字符串、选择结构	语音模块有误差
方案五	利用摄像头实现小车的自动跟踪。摄像头用于捕捉人体移动方向,并根据检测的人体移动方向控制小车方向	Romeo、无线摄像头	文本式代码	代码复杂

备注:除了表中列出的核心器材,还有一些器材也是要用到的,如 USB 数据线、3P 线等。

三、硬件组成与搭建

自动跟踪小车需要用到的硬件器材有 Romeo 控制器、MiniQ 小车、USB 数据线、红外数字避障传感器、超声波传感器、锂电池、USB 数据线以及 3P 线。

(一)MiniQ 小车

本节课使用的小车是 DFRobot 出品的 MiniQ 小车(如图 1)。MiniQ 小车是一款专门为教育机器人设计的小型轮式机器人,该款机器人具有外观小巧、功能强大等特点,学校不需要搭建专门的机器人教学场地,非常适合学生作为学习和娱乐的工具。这款小车也不需要学生懂得太多复杂的电子电路知识,只需要将 USB 线插入电池对小车供电,通过编译一些简单的指令对小车进行控制,

能帮助学生快速上手移动机器人和 Arduino 平台。这款小车完全兼容 Romeo 控制器,配合该控制器与一些传感器可以搭建很多不同功能的小车,此外还可以通过 3D 打印机给小车打印不同风格的外壳,搭建自己喜欢的造型。

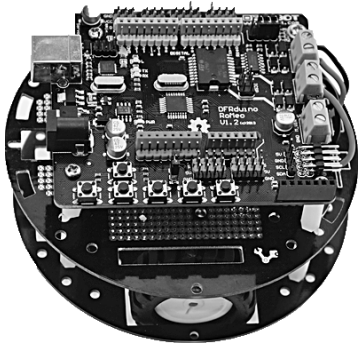


图1

(二) 红外数字避障传感器

本课采用了 DFRobot 出品的红外数字避障传感器,它是一种集发射与接收于一体的光电开关传感器,具有探测距离远、价格便宜、易于装配、使用方便等特点,可以广泛应用于机器人避障、互动媒体、工业自动化流水线等众多场合。该传感器的有效距离是 0~80 cm,且检测距离可以根据需要调节传感器背面的电位器,在其有效距离范围内输出的是数字信号,即探头前方检测到障碍物输出 0(低电平),没有检测到障碍物输出 1(高电平)。

(三) 超声波传感器

本课采用的超声波传感器是 HC-SR04 超声波传感器,它基于声纳原理,通过监测发射一连串调制后的超声波及其回波的时间差来得知传感器与目标物体间的距离值。其性能比较稳定,测度距离精确,探测距离为 2 cm 至 450 cm,感应角度不大于 15° 。在使用 HC-SR04 超声波传感器时,应先将其插好在电路板上再通电,避免产生高电平的误动作,如果产生了高电平的误动作,重新通电即可解决。该传感器的针脚定义(如表 2)。

表 2

针脚	说明
VCC	电源 +5V 输入
GND	电源地线
Echo	超声波接收端
Trig	超声波发射端

(四) 硬件搭建

1. 将两个数字红外避障传感器固定在支架上面,即支架左边一个传感器,右边一个传感器(使用支架的目的是便于学生区分左、右两个传感器以及判断人移动的方向)。然后将两个传感器分别接在 Romeo 控制器的数字口上面,同时记录连接到数字口的针脚号,如左、右两个传感器分别接在数字口 10 和 11 上面(如图 2)。

2.将 HC-SR04 超声波传感器的四个针脚分别接在 Romeo 控制器的 VCC、GND、两个数字口上,同时记录其数字针脚号,如 Echo 接在了数字口 8,Trig 接在了数字口 9 上(如图 2)。

3.将 MiniQ 小车的两个电机线分别接在电机接线柱 M1 和 M2 上面,一般黑线接 GND,红线接 VCC,同时将电池接在外接电源接线柱上面(如图 2)。

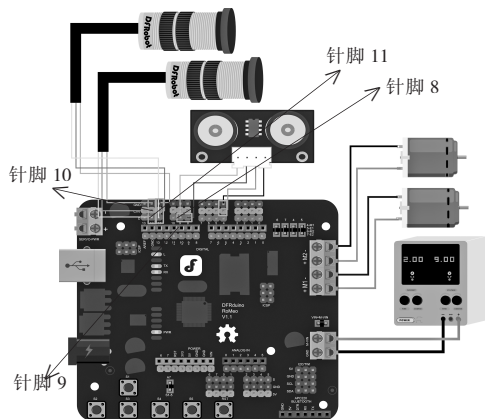


图2

四、程序编写

本课采用的编程环境是图形化编程软件 ArduBlock，该软件里面已经有专门的 Romeo 电机驱动模块、超声波模块，只要直接拖动模块就可以编写程序了，自动跟踪小车的参考程序如图 3 所示。

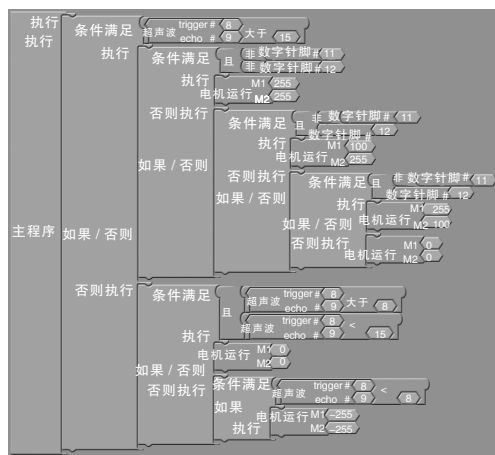


图 3

五、拓展应用

在本节课的基础上,我们可以从不同的角度引导学生进行知识迁移和延伸。

例如,我们可以让学生在自动跟踪小车的基础上发挥他们的创意。如小车跟着指定的人实现自动跟踪,当小车找不到此人时可以播放声音,当人行走速度太快时可以添加报警功能等;也可以让学生从硬件的角度发挥自己的创意,如利用声音传感器和 MP3 模块制作声控音乐小车等;也可以让学生从自动跟踪的角度发挥他们的创意,制作自动跟踪风扇、自动跟踪 LED 等;还可以让学生从小车造型的角度发挥创意。

六、教学实践

(一)温故知新,导入新课

在上课之前,笔者先带领学生回顾上一节课所学的内容即避障小车,然后向学生抛出问题:“除了用超声波传感器实现小车的避障功能外,还能否用所学的其他传感器实现呢?”学生的回答可能五花八门,如数字防跌落传感器、红外数字避障传感器、触碰传感器等。接着继续向学生提出问题:“这类传感器除了可以实现小车的避障功能外,还可以制作哪些功能的小车?”让学生以小组的形式展开讨论,一段时间之后,请各个组阐述并记录他们的想法,如有学生提到自动变速小车等。如果学生的答案并未涉及自动跟踪小车,可以给学生一些提示:“既然小车能够避障,那么能否让小车自动地跟着障碍物移动的方向走呢?”在引出“自动跟踪”之后,出示课题《自动跟踪小车》。

(二)抛出疑问,分析问题

在这一环节,先给学生介绍当前一些主流的自动跟踪技术和原理,然后引导学生小组讨论:“如何利用所学的机器人知识和技术实现小车的自动跟踪功能?需要哪些传感

器呢?”让他们大胆说出想法并尝试实现。经过讨论之后,初步得出需要用到的传感器是两个红外数字避障传感器或者两个数字防跌落传感器,这两个传感器用于检测人或者物体移动的方向。由于数字防跌落传感器的有效距离只有 10 cm,如果人或者障碍物与小车的距离大于 10 cm,则无法实现小车的自动跟踪功能,所以选取了红外数字避障传感器。然后继续向学生抛出问题:“小车如何根据人或者障碍物的前进或者后退而实现自己的前进或后退呢。”让学生小组讨论,这时教师可以给学生一些提示,比如根据小车与障碍物或者人的距离实现前进后退等,经过讨论之后,得出可以使用超声波传感器来实现。

经过上述讨论之后,与学生一起整理自动跟踪的思路:(1) 如果小车距物体的距离大于 15 cm,并且两个传感器同时检测到物体,此时小车前进;(2) 如果小车距物体的距离大于 15 cm,并且左边传感器检测到物体,右边传感器没有检测到物体,此时小车的左转向;(3) 如果小车距物体的距离大于 15 cm,并且左边传感器没有检测到物体,右边传感器检测到物体,此时小车的右转向;(4) 如果小车距物体的距离大于 8 cm、小于 15 cm,此时小车停止;(5) 如果小车距物体的距离小于 8 cm,此时小车后退。

自动跟踪小车的思路清晰之后,引导学生将上述自然语言转化为流程图(如图 4)。

(三)搭建硬件,程序编写

向学生提出任务:搭建硬件,编写程序实现小车的自动跟踪。

演示红外数字避障传感器、超声波传感器与 Romeo 控制器的连接以及自动跟踪小车程序的编写。然后让学生自己搭建硬件,编写程序完成任务。这里要提醒学生 Romeo 的电机驱动占用了数字口 4、5、6 和 7,所以

传感器在与 Romeo 控制器连接时,应该避开这几个针脚。学生在下载程序观察现象时,可能会发现并未实现小车的自动跟踪功能,此时可以让学生从不同的角度如红外数字避障传感器的检测距离、程序不同的角度对小车进行调试。

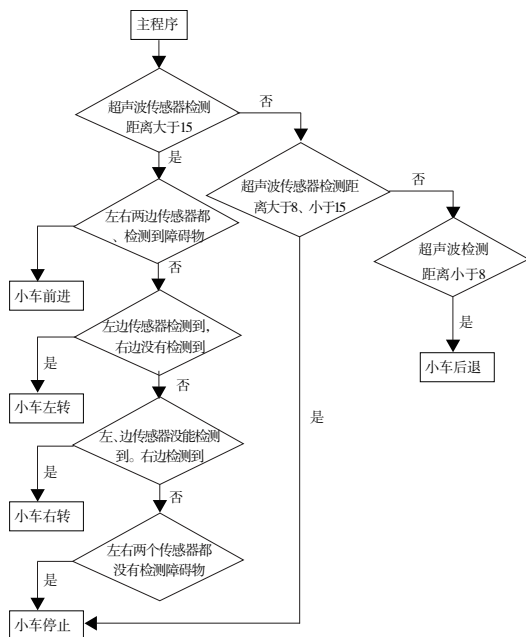


图4

(四)拓展提升,课堂总结

在学生完成任务时,笔者从机器人造型、功能、算法等方面对学生的作品进行评价。此外,还有部分学生在完成以上任务时,提出了自己的想法并且写了详细的实现步骤,以下是两组学生的创意想法:其中一组学生给他们的小车取名为“追着宠物奔跑的小车”,初步想法是:在小车身上安装红外接收管,在宠物身上安装红外发射管。当红外接收管收到信号时,小车沿着红外接收管方向走。这里要特别注意的是不管在小车上还是宠物上,都要分别安装多个接收管和发射管。另外一组学生给他们的小车取名为“智能颜色识别小车”,初步想法是:在小车上方装上颜色识别传感器,使小车自动跟着指定

颜色的人或者物。遗憾的是,由于课堂时间有限,学生并未将其想法变为现实。

七、教学反思

本节课,虽然部分学生参与性比较低,但是从学生掌握的角度看,大部分学生实现了小车自动跟踪的功能,部分学生还增加了其他功能,如小车停止时蜂鸣器报警、通过三个数字避障传感器使小车自动跟踪功能更加完善。除此之外,笔者对教学进行了总结:

第一,以旧知为起点,鼓励学生设计创造。本节课以回忆“避障小车”创设情境,让学生思考“还可以利用哪些传感器实现小车的避障功能?这些具有避障功能的传感器还可以制作哪些有趣的机器人作品?”等问题,然后利用这些传感器,进行个性化创作,以制作自动跟踪小车为例,既巩固了所学的知识和技术,又激发了学生的学习兴趣。

第二,以传感器为辅助,讲解自动跟踪技术。本节课在自动跟踪之前,首先让学生大胆实验,尝试实现自动跟踪功能,建构对自动跟踪的感性认识,然后通过教师的提示,变抽象为形象,学生能够直观地感受自动跟踪技术,并能自主分析出可以利用哪些传感器实现自动跟踪功能,为进一步探究自动跟踪打下良好的基础。

* 国家社科基金教育学青年项目“多平台、跨学科、聚类化、重创造的中小学机器人教育研究”(项目编号:CCA130133)。

参考文献:

- [1]杨超华.基于 LABVIEW 和 MATLAB 混合编程技术的视频运动目标检测与跟踪方法研究[D].南京理工大学,2013
- [2]mini 两轮自平衡机器人底盘[EB/OL].
<http://www.dfrobot.com.cn/goods-54.html>,2014-8-3

《自动跟踪小车》教学设计与反思

作者: [张丽芳](#), [谢作如](#), [钟柏昌](#)
作者单位: [张丽芳, 钟柏昌\(南京师范大学教育科学学院, 210097\)](#), [谢作如\(浙江省温州中学, 325014\)](#)
刊名: [教育研究与评论 \(技术教育版\)](#)
英文刊名: [Research and Review on Education](#)
年, 卷(期): 2015(1)

引用本文格式: [张丽芳](#), [谢作如](#), [钟柏昌](#) 《自动跟踪小车》教学设计与反思[期刊论文]-[教育研究与评论 \(技术教育版\)](#)
2015(1)