

doi:10.3969/j.issn.1673-3142.2021.04.023

# 基于 Python 编程的智能小车寻线驾驶研究

王莹

(201620 上海市 上海工程技术大学)

**[摘要]** 以智能汽车的缩影——智能小车为研究对象,为实现智能小车的自动寻线驾驶功能,对其硬件系统结构进行了研究。首先,从车体框架分别到主控模块、电源模块、驱动模块、红外寻线模块、超声波模块及蓝牙模块等,对智能小车的硬件进行了整体设计。其次,结合红外探测算法,基于 Python 编程语言对智能小车的自主寻线功能进行了控制,最终实现了智能小车的自动驾驶寻线功能。

**[关键词]** 智能小车; 寻线驾驶; 红外探测算法; 智能化

**[中图分类号]** U469.79 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1673-3142(2021)04-0101-05

## Research on Intelligent Car Line-finding Driving Based on Python Programming

Wang Ying

(Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

**[Abstract]** Intelligent car, the epitome of intelligent vehicle, is taken as the research object, and its hardware system structure is assembled. Firstly, the hardware of the intelligent car is designed from the body frame to the main control module, power module, drive module, infrared line searching module, ultrasonic module and Bluetooth module. Secondly, combined with the infrared detection algorithm, based on Python programming language, the automatic line finding function of the intelligent car is controlled, and finally the automatic driving line finding function of the intelligent car is realized.

**[Key words]** intelligent car; line-finding driving; infrared detection algorithm; intelligent

## 0 引言

当前,全球正处于以互联网、大数据、云计算、人工智能等技术为代表的新一轮科技革命,汽车行业与人工智能正在逐渐交互融合,电动化、网联化、智能化、共享化成为汽车产业发展的潮流和趋势。如果说电动车是对于未来汽车的最基本要求,那么拥有高度人工智能的汽车就是人们最美好的想象。智能的无人驾驶汽车在控制、传感器技术、机械以及计算机领域不断被技术革新,迅速进化,几乎可以达到无需人工手动操作就能自动切换行驶状态、道路识别的功能<sup>[1]</sup>。

智能小车是一个集行为控制与执行、动态路径规划与决策以及环境感知的智能系统。它能验证智能车辆的控制算法,实现小车自主寻线驾驶、模拟真车行驶状态,对于智能车辆的研究具有一定的辅助作用。

智能小车的应用较广,可应用于国防、航空航天、工业和一些服务型行业,完成数据采集和故障处理等,在恶劣环境下帮助人类进行各种工

作。智能汽车控制系统作为 21 世纪最新研究的技术产品,发展前景巨大,十分具有研究价值<sup>[2]</sup>。

本文通过对智能小车的硬件系统及控制系统进行设计的基础上,通过实物模拟,运用 Python 编程语言实现小车自动驾驶过程中的寻线控制,实现其自动驾驶寻线功能,从而模拟真车行驶过程中的路线控制。

## 1 控制系统总体方案设计

基于 Python 编程的智能小车寻线驾驶研究,目标是能够实现小车在给定路线下沿路线轨迹正常行驶。智能小车的控制系统总体方案设计主要包括主控模块、驱动模块、红外寻线模块、超声波模块、蓝牙模块、电源模块 6 个模块。

## 2 智能小车硬件系统结构设计

### 2.1 车体框架

智能小车采用直流减速电机控制小车后方两轮进行驱动的结构,在小车最前方的红外传感器下方装有一个活动脚轮,可进行 360° 旋转,从而实现小车的转向功能,其实物如图 1 所示。

收稿日期: 2020-05-29 修回日期: 2020-06-11

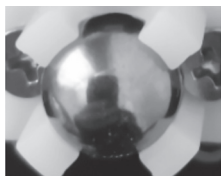


图 1 活动脚轮实物图

Fig.1 Physical picture of caster

智能小车为双轮结构，双轮车架结构简单稳定，足以承受上层各模块的重量。上层模块的重量主要集中在电源模块和连接了 Micro bit 芯片的可穿戴扩展版，在安装时应注意将这两部分装载于车架中央，以防重心的偏移导致小车前方的活动脚轮转向出现大幅度误差，改变小车原有的路径。

## 2.2 主控模块

主控模块的核心是将一块 Micro bit 芯片作为主板，集成了绚丽多彩的 LED 闪烁、超声波避障等常用传感器。Micro bit 具有免安装驱动，电子模块集成度高，支持时下最热门的多种编程语言等多项优势。

Micro bit 开发板尺寸虽小（125 px × 100 px），但集成了种类丰富的电子模块：5×5 LED 显示屏，2 颗可编程按键，加速度计，电子罗盘，温度光线传感器，蓝牙低功耗等。Micro: bit 主板实物如图 2 所示<sup>[3]</sup>。

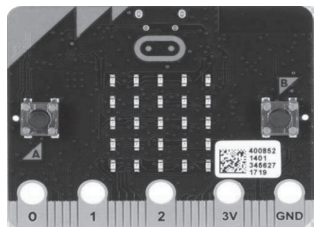


图 2 Micro bit 实物图

Fig.2 Physical picture of Micro bit

Micro bit 主板具有多个引脚，I/O(Input/Output) 端口，主要包括了 GPIO，ADC，DAC，IIC，SPI，PWM 等，该主板引脚图如图 3 所示。

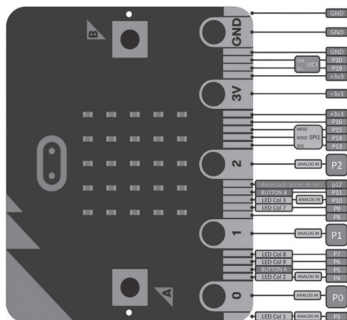


图 3 Micro bit 引脚图

Fig.3 Pins of Micro bit

## 2.3 电机驱动模块

智能小车电机驱动模块采用了 2 个直流减速电机来控制小车的左右轮，直流减速电机实物如图 4 所示。作为控制小车执行前进、转弯、倒退等运行方式的重要执行机构，该电机是通过控制主板发出的 PWM 调制信号实现电机的转速控制，通过控制 2 个直流减速电机的转速来实现小车的转向。

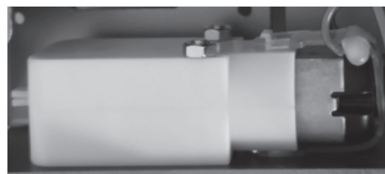


图 4 直流减速电机

Fig.4 DC reduction motor

## 2.4 红外寻线模块

智能小车选用的红外传感器为 TCRT5000 传感器。TCRT5000 采用的是蓝色 LED 发射管，通电后发出人眼看不到的红外线<sup>[4]</sup>。传感器的黑色部分用于接收，内部电阻器的电阻随所接收的红外光而变化，其实物图如图 5 所示。



图 5 寻线传感器实物图

Fig.5 Physical picture of line finding sensor

由该传感器构成的电路原理如图 6 所示，当比较器的正向输入端电压低于反向输入端电压时，输出低电平，LED 灯亮，表示接收到了反射光。

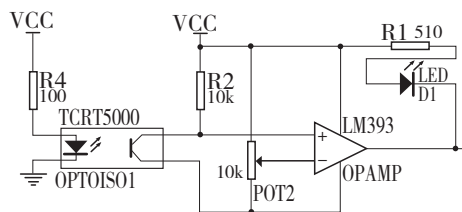


图 6 寻线传感器电路原理图

Fig.6 Circuit principle of line finding sensor

## 2.5 电源模块

智能小车电源模块所使用的是一节 18650 锂电池，其实物图如图 7 所示。18650 电池寿命理论为循环充电 1 000 次。由于其单位密度的容量很大，所以大部分用于笔记本电脑，除此之外，

因 18650 工作稳定性非常好, 广泛应用于各大电子领域。



图 7 18650 电池实物图

Fig.7 Physical picture of 18650 battery

18650 电池相比于普通电池, 容量大、使用寿命长 (一般为普通电池的 2 倍)、安全性能高、电压高 (一般为 3.6 V, 4.8 V, 远高于镍镉和镍氢电池的 1.2 V 电压), 在充电前不必将剩余电量放空, 使用方便。

## 2.6 蓝牙模块

蓝牙模块实物图如图 8 所示。在该模块的作用下, 本文所设计的智能小车可以实现数据互传。该模块波特率: 9 600, 停止位: 1 位, 起始位: 1 位 (0), 数据位: 8 位。蓝牙收到数据从 Tx 断口发送出去, 对应板子上的 Rx 断口, 蓝牙接收端口为 Rx 对应板子上的 Tx 端口。

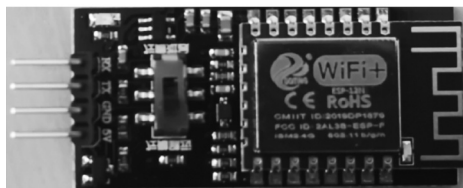


图 8 蓝牙模块实物图

Fig.8 Physical picture of Bluetooth module

## 2.7 超声波模块

智能小车在车头上装有一个 HC-SR04 超声波测距传感器, 实物如图 9 所示。可用于检测透明物体、液体、任何表粗糙、光滑、光的密致材料和不规则物体。该模块包含超声控制电路、发射器以及接收器, 具有传输距离范围宽、测距精度高等优点, 因此, 该模块可以作为智能小车的避障模块来实现小车基本的避障功能。



图 9 HC-SR04 超声波测距传感器实物

Fig.9 Physical picture of HC-SR04 ultrasonic distance sensor

该模块的工作原理为: (1) 采用 I/O 口 TRIG 触发测距, 给至少 10 us 的高电平信号; (2) 模块自动发送 8 个 40 kHz 的方波, 自动检

测是否有信号返回; (3) 有信号返回, 通过 I/O 口 ECHO 输出一个高电平, 高电平持续的时间就是超声波从发射到返回的时间。测试距离 = (高电平时间 × 声速) / 2。

## 2.8 车身部分

车身部分选用铝合金车架, 其俯视图如图 10 所示。

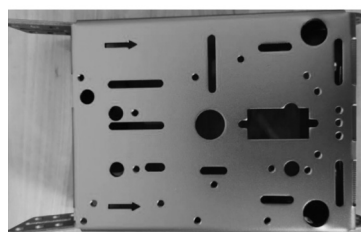


图 10 智能小车车架俯视图

Fig.10 Vertical view of intelligent car frame

## 3 红外探测算法

红外探测算法, 即利用红外线在不同颜色物体表面具有不同反射强度的特点, 根据收到反射光的强度判断寻线路径的位置。智能小车行驶过程中, 由红外传感器不断向地面发射红外光。当红外光碰到给定路线上的白色部分时, 发生漫反射, 反射光被小车上的传感器接收; 如果红外光碰到黑色线路, 则会被吸收, 小车上的传感器不会接收到红外光。智能小车的主板会根据是否收到反射的红外光为依据来确定黑线的位置和小车的行走路线<sup>[5]</sup>。

基于该算法, 智能小车寻线流程图如图 11 所示。小车开始运行后, 首先使用红外传感器探测黑线, 在探测到黑线的情况下判断小车的运动情况并给出下一步的指示, 如果没有探测到黑线, 则给出停止运行命令并且重复进行路线的判断。

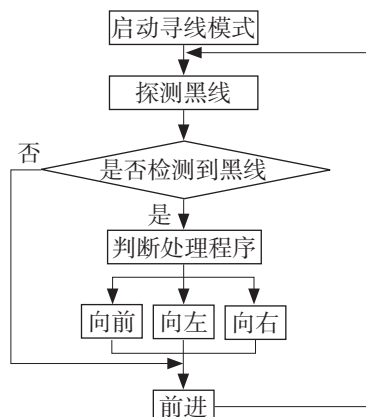


图 11 红外探测算法寻线流程图

Fig.11 Routing flow chart of infrared detection algorithm



相较于其他算法,红外探测算法不需要大量的运算和复杂的电路设计,避免了复杂的计算量使得数据膨胀的缺点,保证了寻线驾驶的稳定性 and 准确性。本文所用的主板 Micro bit 的烧录容量上限为 89 MB,过大的数据难以全部烧录进主板,使用该算法的情况下可以完美匹配本文小车所选用的硬件。

## 4 软件编程

### 4.1 编程软件

本文所使用的编程软件为 Python,它不仅有简洁的语法,更关注高层次程序逻辑,将低层次逻辑通过封装其他语言代码(如 C、C++)或集成第三方库方式实现,Python 语言的设计初衷是更快速、更高效地解决问题<sup>[6]</sup>。

本文将 Mu-0.9.13 作为 Python 语言的编辑器。Mu 是一个跨平台编辑器,它具有编程语言的核心功能,去除了传统编辑器复杂的界面和设置以及各种各样的插件,专为本文所使用的 micro: bit 开发板做了优化,可以直接编写 micropython 程序,并写入 micro: bit 开发板中。

### 4.2 寻线驾驶程序

智能小车主程序的主要功能为:通过代码控制小车判断自身的位置是否处于黑线上,若当前位置没有偏离路线,则正常行驶;如果偏离路线,则通过一定方式回到正确的路线上。首先小车的初始状态为静止状态,使用 Car\_run(0) 函数给小车一个为 0 的初始速度。具体程序代码如下:

```
Car_run(0)
while not button_a.was_pressed(): // 当主板上
a 按钮被按下时
    pass
while True:
    if pin1.read_digital() == 1 and pin2.read_digital()
== 1:
        // 当传感器左右两侧同时检测到黑线时,输出
均为 1
        Car_run(150) // 小车以 150 的速度行进
    elif pin1.read_digital() == 1 and pin2.read_
digital() == 0:
        // 当传感器左侧检测到黑线且右侧检测到白
线时,左侧输出 1,右侧输出 0
        pwm.set_pwm(12,0,0)
        pwm.set_pwm(13,0,0)
        pwm.set_pwm(15,0,4095)
```

```
pwm.set_pwm(14,0,0)
elif pin1.read_digital() == 0 and pin2.read_
digital() == 1:
    // 当传感器左侧检测到白线且右侧检测到黑
线,左侧输出 0,右侧输出 1
    pwm.set_pwm(12,0,4095)
    pwm.set_pwm(13,0,0)
    pwm.set_pwm(15,0,0)
    pwm.set_pwm(14,0,0)
elif pin1.read_digital() == 0 and pin2.read_
digital() == 0:
    // 当传感器左右两侧均检测到白线时,均输
出 0
```

Car\_back(150) // 小车以 150 的速度后退

上述代码为小车寻线驾驶的主程序,要使小车正常运行,则需要加载已经定义完成的库。在程序的开头,使用“import PCA9685”语句载入 PCA9685 模块。由于该模块并不属于 Python 本身自带的模块,因此,需要额外建立一个名称为 PCA9685.py 的库。通过导入该模块,能够在后续的程序代码中赋予小车行进的速度,使小车在黑线上全程以稳定速度运行,完整代码如图 12 所示。

```
from microbit import *
import PCA9685
pwm = PCA9685.PCA9685(i2c)
def Car_run(value1):
    speed = value1*16
    pwm.set_pwm(12,0,speed)
    pwm.set_pwm(13,0,0)
    pwm.set_pwm(15,0,speed)
    pwm.set_pwm(14,0,0)
def Car_back(value1):
    speed = value1*16
    pwm.set_pwm(12,0,0)
    pwm.set_pwm(13,0,speed)
    pwm.set_pwm(15,0,0)
    pwm.set_pwm(14,0,speed)
Car_run(0)
while not button_a.was_pressed():
    pass
while True:
    if pin1.read_digital() == 1 and pin2.read_digital() == 1:
        Car_run(150)
    elif pin1.read_digital() == 1 and pin2.read_digital() == 0:
        pwm.set_pwm(12,0,0)
        pwm.set_pwm(13,0,0)
        pwm.set_pwm(15,0,4095)
        pwm.set_pwm(14,0,0)
    elif pin1.read_digital() == 0 and pin2.read_digital() == 1:
        pwm.set_pwm(12,0,4095)
        pwm.set_pwm(13,0,0)
        pwm.set_pwm(15,0,0)
        pwm.set_pwm(14,0,0)
    elif pin1.read_digital() == 0 and pin2.read_digital() == 0:
        Car_back(150)
```

图 12 寻线程序完整代码

Fig.12 Line finding program code

通过本文设计的寻线程序, 智能小车能够实现在给定的黑色线路上进行寻线驾驶功能。在运行过程中可以观察到, 小车不管是在前行还是转弯状态下, 车速都处于稳定, 没有出现车速偏快偏慢的现象。小车在给定线路上运行状况如图 13 所示。

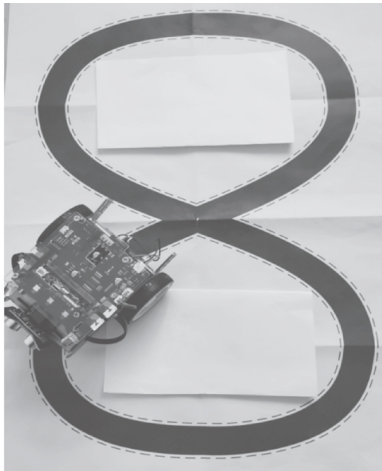


图 13 小车实际寻线驾驶

Fig.13 Actual route finding driving chart

## 5 结论

本文以智能小车为主要研究对象, 预设了一个“8”字形行驶轨迹。经过调试, 智能小车最

终能够以稳定的速度实现其寻线驾驶功能。

本文实现了基于 Micro: bit 为主板的智能小车寻线驾驶功能的硬件设计。以 Micro bit 开发板为主板, 构建了嵌入式硬件控制系统, 搭建了真实智能车的缩影: 智能小车。选用红外探测算法来完成智能小车的路线识别, 规避了复杂的计算, 减少了数据膨胀的可能性, 较为完美地契合了硬件设备。通过 Python 编程语言实现对小车的行驶控制, 引导其完成预期的寻线驾驶功能。

### 参考文献

- [1] 刘作峰. 无人驾驶汽车发展现状及发展趋势. 河北农机 [J]. 2020(1):56.
- [2] 李杨, 金华. 基于 RT-Thread 的智能小车控制系统设计 [J]. 计算机产品与流通, 2020(8):93.
- [3] 王森龙, 王哲. 一种基于 Arduino 平台的智能循迹避障小车的硬件设计 [J]. 电子世界, 2018(9):144-145.
- [4] 朱春华, 顾雪亮. 基于红外反射式传感器 TCRT5000 的循迹小车设计 [J]. 现代电子技术, 2018, 41(18):143-146.
- [5] 龚金浩, 陈黎杰, 傅思越, 等. 智能小车集成式寻迹功能的开发 [J]. 科学时代, 2015(6):31-35.
- [6] 嵩天, 黄天羽, 礼欣. 面向计算生态的 Python 语言入门课程教学方案 [J]. 计算机教育, 2017(8):7-12.

**作者简介** 王莹 (1980—), 女, 硕士, 主要研究方向: 智能网联汽车, 汽车后市场。E-mail: blueice.0915@126.com

(上接第 100 页)

- [8] 封会娟, 闫旭, 唐彦峰, 等. 3D 打印技术综述 [J]. 数字技术与应用, 2014(9):202-203.
- [9] 谭立忠, 方芳. 3D 打印技术及其在航空航天领域的应用 [J]. 战术导弹技术, 2016(4):1-7.
- [10] 陈婷婷, 刘见向, 石凤欣, 等. 3D 打印结合真空增压铸造发动机缸盖样件研究 [J]. 铸造技术, 2016, 37(3):582-584.
- [11] 宋彬. 基于 3D 打印快速制造铝合金缸盖的方法 [J]. 世界制造技术与装备市场, 2019(4):42-44.
- [12] 高志鹏, 明平才, 卿辉斌, 等. 铝合金汽车发动机缸盖复杂结构的 SLM 制造工艺研究 [J]. 新技术新工艺, 2019(9):24-30.
- [13] 何建斌, 许燕, 周建平, 等. 金属增材制造技术的研究进展 [J]. 机床与液压, 2020, 48(2):171-175.
- [14] 金强强. 选择性激光熔融薄壁件成型工艺参数及影响因素研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2019.
- [15] 杨永泉. 汽车发动机零件的快速铸造工艺研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2017.
- [16] 刘锦辉. 选择性激光烧结间接制造金属零件研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [17] 武王凯, 周琦琛, 费宇宁, 等. 金属 3D 打印技术研究现状及其趋势 [J]. 中国金属通报, 2019(5):186, 188.
- [18] 李乐艳, 陈炎. 变速箱壳体开裂问题研究与对策 [J]. 汽车零部件, 2017(8):56-58.
- [19] 孟凡龙. 轻卡变速箱壳体静态特性分析及多目标拓扑优化 [D]. 太原: 中北大学, 2017.
- [20] 李飞. 三维喷射打印技术 (3DP) 在铸造行业的应用 [C]//2016 重庆市铸造年会论文集, 2016-05, 重庆: 重庆铸造行业协会, 2016:434-437.
- [21] 曹驰. 基于 SLA 原型的快速铸造工艺研究 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2006.
- [22] 鲁中良. 基于光固化 3D 打印的空心涡轮叶片快速精密铸造技术 [C]// 第十三届全国铸造年会暨 2016 中国铸造活动周论文集, 2016-10, 成都: 中国机械工程师学会, 2016:638.

**作者简介** 杨帆 (1993—), 女, 江苏徐州人, 硕士研究生, 主要从事交通运输装备的设计。E-mail: yangf2329@163.com