

西南交通大学

Southwest Jiaotong University

ETRobot 机器人实训手册

(2017年3月9日第二次修订版)



工程训练中心：张柏霖 王衡

二〇一七年三月

===== 机器人课程介绍 =====

开课单位：西南交通大学 工程训练中心

课程性质：选修，课程容量 24 人，学时：8。（面向对象：各专业大一大二学生）。

教学目的：通过讲解使学生了解机器人的发展，进一步掌握机器人的组成、分类、特点及应用。同时让学生能够用 C 语言或者图形化编程完成对机器人的控制，完成所要求的任务培养他们的编程思想和逻辑思维能力。

教学重点：图形化编程的学习。

教学形式：课堂教学采用多媒体课件、现场讲解、实训操作等多种形式。

教学要求：严格按照学校管理制度，不得无故迟到、旷课，严格考勤，按时完成作业。

教师任务：讲解基础理论知识、提出要点、指导操作、评阅作业、评价考核。

学生任务：掌握教学内容要求、练习编程、控制机器人、完成一定的任务。

实践教学：根据实训手册完成对机器人的组装、编程以及调试。

学时分配：1/3 学时为教师课堂教学，2/3 学时学生课堂练习、实训操作。

作业形式：依据本课特点，作业形式为实习报告、实训日志等。

考核方式：实操（70%）+实习报告（10%）+实训日志（5%）+考试（15%）。

课程网址：ETRobot 机器人课程网站：<http://etrobot.top>

交流平台：ETRobot 机器人交流 QQ 群： 535567072

ETRobot 机器人网站

<http://etrobot.top>

（扫下列二维码进入网站）



ETRobot 机器人交流群

QQ 群：535567072

（扫下列二维码加入该群）



目 录

1 机器人课要求和规定	3
机器人课程三大纪律	3
2 机器人概述	3
2.1 机器人的概念	3
2.2 机器人的发展历史	3
2.3 机器人的组成	5
2.4 机器人的分类	5
2.4.1 工业机器人	5
2.4.2 特种机器人	6
3 ETRobot 介绍	6
3.1 ETRobot 结构介绍	6
3.1.1 整体构造	6
3.1.2 机械结构	7
3.1.3 控制系统	7
3.1.4 传感器以及模块	8
3.1.5 电池以及电池充电	9
3.1.6 电机以及驱动	9
4 Arduino 控制器入门	10
4.1 ArduinoIDE 编程	10
4.2 Mixly 图形化编程	11
5 机器人模块学习	12
5.1 电机	12
5.1.1 电机控制接口	12
5.1.2 示例程序	12
5.2 蜂鸣器	12
5.2.1 蜂鸣器接口	13
5.2.2 示例程序	13
5.3 光电传感器	13
5.3.1 模块接口	13

5.3.2 示例程序.....	14
5.4 麦克风模块.....	14
5.4.1 麦克风接口.....	14
5.4.2 示例程序.....	14
5.5 超声波测距模块.....	14
5.5.1 超声波模块接口.....	15
5.5.2 示例程序.....	15
5.6 液晶模块.....	15
5.6.1 液晶模块接口.....	15
5.6.2 示例程序.....	15
6 实训任务.....	16
6.1 基础任务.....	16
6.2 发挥任务.....	16

1 机器人课要求和规定

上课期间所有学生必须严格遵守《机器人课程三大纪律》。

机器人课程三大纪律

第一条 注意环境卫生，着装得体，不迟到早退；

第二条 严禁在教室就餐、抽烟、打闹、玩游戏等；

第三条 按要求操作设备，注意人员和设备的安全。

2 机器人概述

随着工业化以及信息化的进程，机器人已经再不知不觉中融入到了我们的生活和工作当中。那么我们对机器人到底了解多少？

2.1 机器人的概念

维基百科：A robot is a mechanical or virtual artificial agent, usually an electro-mechanical machine that is guided by a computer program or electronic circuitry.

百度百科：机器人（Robot）是自动执行工作的机器装置。它既可以接受人类指挥，又可以运行预先编排的程序，也可以根据以人工智能技术制定的原则纲领行动。它的任务是协助或取代人类工作的工作，例如生产业、建筑业，或是危险的工作。

2.2 机器人的发展历史

智能型机器人是最复杂的机器人，也是人类最渴望能够早日制造出来的机器朋友。然而要制造出一台智能机器人并不容易，仅仅是让机器模拟人类的行走动作，科学家们就要付出了数十甚至上百年的努力。

1920年 捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在他的科幻小说中，根据 Robot (捷克文，原意为“劳役、苦工”)和 Robotnik (波兰文，原意为“工人”)，创造出“机器人”这个词。

1950年 美国科幻巨匠阿西莫夫提出“机器人三定律”。虽然这只是科幻小说里的创造，但后来成为学术界默认的研发原则。

1954年 在达特茅斯会议上，马文·明斯基提出了他对智能机器的看法：智能机器“能够创建周围环境的抽象模型，如果遇到问题，能够从抽象模型中寻找解决方法”。这个定义影响到以后30年智能机器人的研究方向。

1956年 美国人乔治·德沃尔制造出世界上第一台可编程的机器人（即世界上第一台真正的机器人），并注册了专利。这种机械手能按照不同的程序从事不同的工作，因此具有通用性和灵活性。

1959年 德沃尔与美国发明家约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台工业机器人。随后，成立了世界上第一家机器人制造工厂——Unimation公司。由于英格伯格对工业机器人的研发和宣传，他也被称为“工业机器人之父”。

1962年 美国AMF公司生产出“VERSTRAN”（意思是万能搬运），与Unimation公司生产的Unimate一样成为真正商业化的工业机器人，并出口到世界各国，掀起了全世界对机器人和机器人研究的热潮。

1962年-1963年 传感器的应用提高了机器人的可操作性。人们试着在机器人上安装各种各样的传感器，包括1961年恩斯特采用的触觉传感器，托莫维奇和博尼1962年在世界上最早的“灵巧手”上用到了压力传感器，而麦卡锡1963年则开始在机器人中加入视觉传感系统，并在1964年，帮助MIT推出了世界上第一个带有视觉传感器，能识别并定位积木的机器人系统。

1965年 约翰·霍普金斯大学应用物理实验室研制出Beast机器人。Beast已经能通过声呐系统、光电管等装置，根据环境校正自己的位置。20世纪60年代中期开始，美国麻省理工学院、斯坦福大学、英国爱丁堡大学等陆续成立了机器人实验室。美国兴起研究第二代带传感器、“有感觉”的机器人，并向人工智能进发。

1968年 美国斯坦福研究所公布他们研发成功的机器人Shakey。它带有视觉传感器，能根据人的指令发现并抓取积木，不过控制它的计算机有一个房间那么大。Shakey可以算是世界第一台智能机器人，拉开了第三代机器人研发的序幕。

1969年 日本早稻田大学加藤一郎实验室研发出第一台以双脚走路的机器人。加藤一郎长期致力于研究仿人机器人，被誉为“仿人机器人之父”。日本专家一向以研发仿人机器人和娱乐机器人的技术见长，后来更进一步，催生出本田公司的ASIMO和索尼公司的QRIO。

1978年 美国Unimation公司推出通用工业机器人PUMA，这标志着工业机器人技术已经完全成熟。PUMA至今仍然工作在工厂第一线。

1990年 中国著名学者周海中教授在《论机器人》一文中预言：到二十一世纪中叶，纳米机器人将彻底改变人类的劳动和生活方式。

2002年 美国iRobot公司推出了吸尘器机器人Roomba，它能避开障碍，自动设计行进路线，还能在电量不足时，自动驶向充电座

2016年 3月，韩国围棋天王李世石1-4输给了谷歌阿尔法狗（AlphaGo）。

2.3 机器人的组成

机器人一般由控制系统、驱动装置、执行机构、检测装置和机械结构等组成部分：

控制系统：机器人的控制系统就相当于机器人的大脑，主要负责信息运算和处理。常见的机器人控制系统有两种，一种是集中式控制，即机器人的全部控制由一台微型计算机完成。另一种是分散（级）式控制，即采用多台微机来分担机器人的控制，如当采用上、下两级微机共同完成机器人的控制时，主机常用于负责系统的管理、通讯、运动学和动力学计算，并向下级微机发送指令信息；作为下级从机，各关节分别对应一个 CPU，进行插补运算和伺服控制处理，实现给定的运动，并向主机反馈信息。

执行机构：即机器人的手臂，轮子等机器人的本体，其臂部一般采用空间开链连杆机构，其中的运动副（转动副或移动副）常称为关节，关节个数通常即为机器人的自由度数。根据自由度的不同，机器人可以执行不同的动作。同时出于拟人化的考虑，常将机器人本体的有关部位分别称为基座、腰部、臂部、腕部、手部（夹持器或末端执行器）和行走部（对于移动机器人）等。

驱动装置：驱动装置就是驱使执行机构运动的机构，按照控制系统发出的指令信号，借助于动力元件使机器人进行动作。它输入的是电信号，输出的是线、角位移量。机器人使用的驱动装置主要是电力驱动装置，如步进电机、伺服电机等，此外也有采用液压、气动等驱动装置。

检测装置：检测装置是机器人采集信息的部分，有各种传感器组成。一般情况下机器人的检测装置分为对自身状态的检测和对外界环境的检测两种。对自身状态的检测包括机器人自身的运动状态，手臂等执行机构的位置和状态等。对外界环境的检测包括对地形的探测、光强、温度的检测等。

机械结构：为了控制系统、执行机构、驱动装置等其他各部分的安装，同时也处于机器人美观的要求，机器人一般会设计出一些特定的机械结构来完成对整个机器人的组装。

2.4 机器人的分类

诞生于科幻小说之中一样，人们对机器人充满了幻想。也许正是由于机器人定义的模糊，才给了人们充分的想象和创造空间。国际上的 机器人学者，从应用环境出发将机器人也分为两类：制造环境下的工业机器人和非制造环境下的服务与仿人型机器人，这和中国的分类是一致的。中国的机器人专家从应用环境出发，将机器人分为两大类，即工业机器人和特种机器人。

2.4.1 工业机器人

所谓工业机器人就是面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人。

2.4.2 特种机器人

特种机器人是除工业机器人之外的、用于非制造业并服务于人类的各种先进机器人，包括：服务机器人、水下机器人、娱乐机器人、军用机器人、农业机器人、机器人化机器等。在特种机器人中，有些分支发展很快，有独立成体系的趋势，如服务机器人、水下机器人、军用机器人、微操作机器人等。

3 ETRobot 介绍

ETRobot (Engineering training robot) 即“工程训练机器人”。是由西南交通大学工程训练中心设计制作的基于 MEGA2560 的大学生机器人实习实训平台。2015 年 9 月开始设计，2016 年 3 月投入教学。

3.1 ETRobot 结构介绍

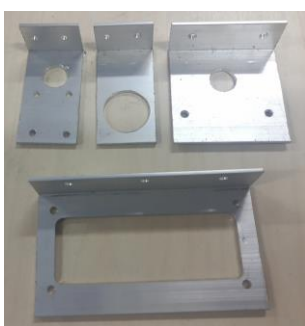
3.1.1 整体构造



3.1.2 机械结构



机器人底盘



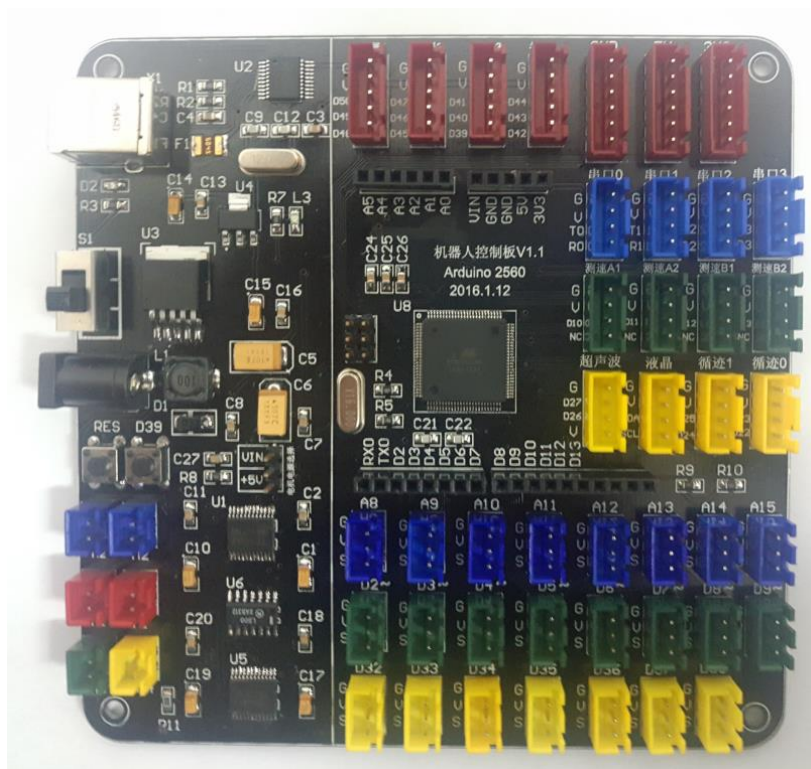
传感器支架

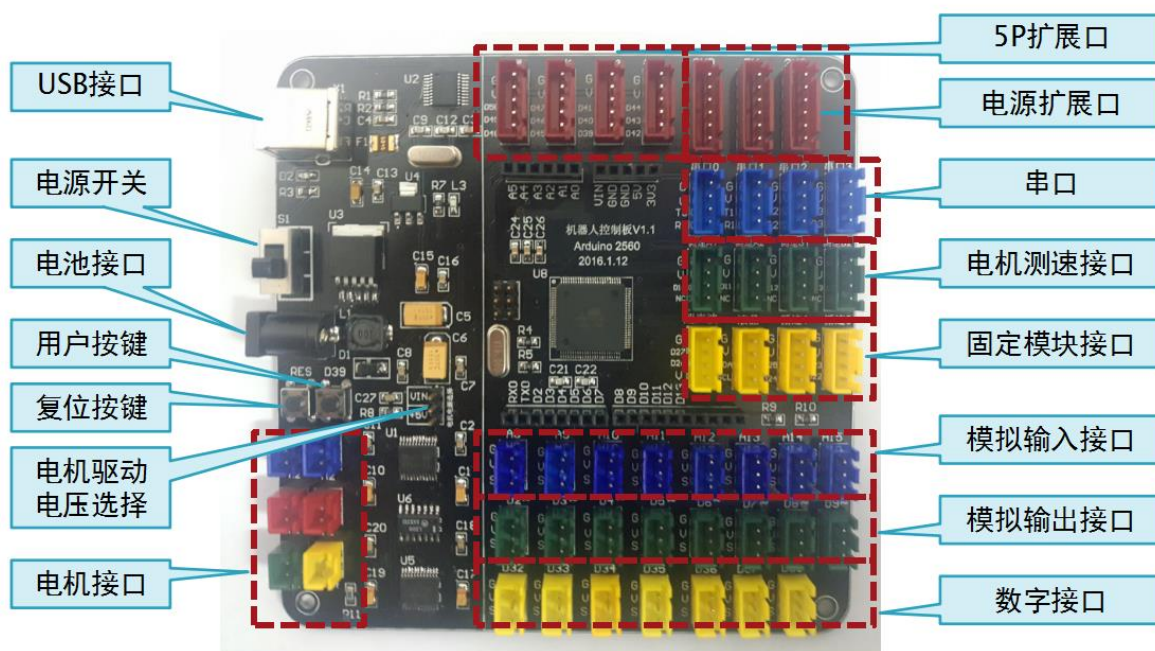


轮子

3.1.3 控制系统

ETRobot 的控制板在开源硬件 Arduino MEGA2560 的基础上扩展改进而成。在控制板上预留出了机器人常用的接口：USB 数据线接口；12v 锂电池接口；电源开关；4 组直流电机接口以及 4 组电机测速码盘的接口；一个复位按键和一个用户自定义按键；4 组串口；液晶、超声波以及循迹模块接口；以及扩展出了所有的模拟输入口、模拟输出口以及数字 I/O 口。控制板具体情况看下图：





ETRobot 控制主板以及接口定义

3.1.4 传感器以及模块



蜂鸣器模块



红外测距模块



红外避障模块



声音检测模块



液晶显示模块



超声波测距模块

3.1.5 电池以及电池充电

电压:

标称电压 11.1V, 充满电电压: 12.4-12.6V

容量: 6000mAh (只多不少)

重量: 297 克

标准放电电流: 4A 内

标准充电电流: 4A 内

电池尺寸 (mm): 28mm*51mm*97mm

电池引出双接头: 内经 2.1mm*外径 5.5mm

引出线长: 35CM



3.1.6 电机以及驱动



电源电压范围: 直流 5--24V

额定电压: 直流 12V

转速: 201rpm

功率: 1.5W

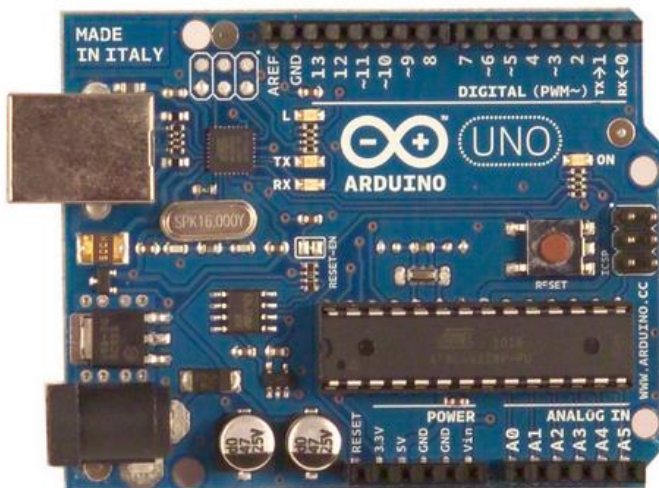
扭矩: 0.53kg/cm

减速比: 1: 21.3

4 Arduino 控制器入门

Arduino 是一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台。包含硬件（各种型号的 Arduino 板）和软件（Arduino IDE）。由一个欧洲开发团队于 2005 年冬季开发。

Arduino 能通过各种各样的传感器来感知环境，通过控制灯光、马达和其他的装置来反馈、影响环境。板子上的微控制器可以通过 Arduino 的编程语言来编写程序，编译成二进制文件，烧录进微控制器。对 Arduino 的编程是利用 Arduino 编程语言（基于 Wiring）和 Arduino 开发环境（基于 Processing）来实现的。基于 Arduino 的项目，可以只包含 Arduino，也可以包含 Arduino 和其他一些在 PC 上运行的软件，他们之间进行通信（比如 Flash，Processing，MaxMSP）来实现。



4.1 Arduino IDE 编程

Arduino IDE 可以在 Windows、Macintosh OS X、Linux 三大主流操作系统上运行，而其他的大多数控制器只能在 Windows 上开发。Arduino IDE 基于 processing IDE 开发。对于初学者来说，极易掌握，同时有着足够的灵活性。

```
Blink | Arduino 1.6.8
文件 编辑 项目 工具 帮助

Blink
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

Arduino/Genuino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) @ COM6
```

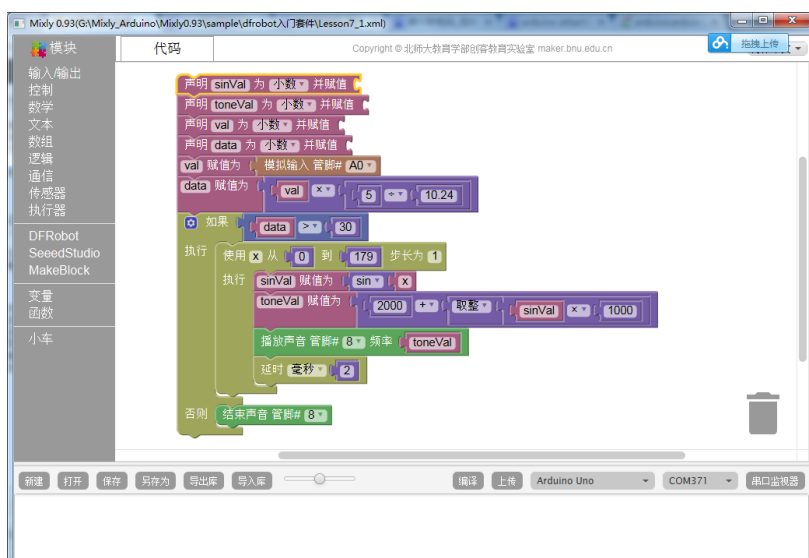
4.2 Mixly 图形化编程

Mixly 采用了 Arduino_IDE 自身的编译器，支持所有 Arduino 主板，优化了类型变量的处理，支持了界面缩放处理，同时加入了 DFRobot, Seeedstudio 和 MakeBlock 公司的传感器套装支持，并且支持了用户自定义函数模块的导入导出功能，使得用户体验更加方便，其图形设计功能有：

- 输入输出：数字输入、数字输出、模拟输入、模拟输出、中断控制、移位输出
- 程序结构：时间延迟、条件执行、循环执行、获取时间、初始化
- 数学变换：数字映射、数字约束、数学运算、取整、随机、三角函数
- 文本输出：文本连接、数字转文本
- 数组列表：定义数组、取数组值、改数组值
- 逻辑处理：条件判断、逻辑运算
- 传感模块：超声波、DHT11
- 执行模块：声音播放、舵机控制
- 通讯模块：串口通讯、红外通讯、I2C 通讯
- 变量常量：高低、真假、浮点变量、整型变量、布尔变量、字符串变量
- 函数处理：定义函数、执行函数
- 第三方扩展：DFROBOT、SEEDSTUDIO、MAKEBLOCK
- 主控板选择：当前已经支持官方所有的 Arduino 主板

其程序处理功能有：

- 程序编写：用户既可以通过图形化代码编写，也可以直接通过文本编写（编写后图形化代码不会变）
- 程序编译：用户可以直接通过 Mixly 完成程序的编译工作
- 程序上载：用户可以直接通过 Mixly 完成程序的上载工作
- 代码保存：用户可以保存、另存和导入图形化代码
- 界面缩放：用户可以随意控制界面缩放，方便平板用户使用
- 模块导入导出：用户可以把函数导出成模块，从而方便其它用户导入使用



5 机器人模块学习

5.1 电机

ETRobot 采用的是 12v 的直流电机，自带测速码盘。



5.1.1 电机控制接口

接口	正反转控制	速度控制
M1	D28	A4
M2	D29	A5
M3	D30	A6
M4	D31	A7

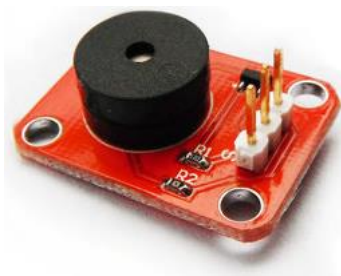
数字IO口
模拟IO口

5.1.2 示例程序

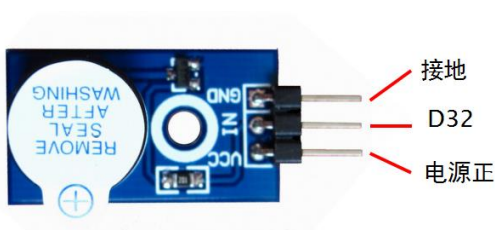


5.2 蜂鸣器

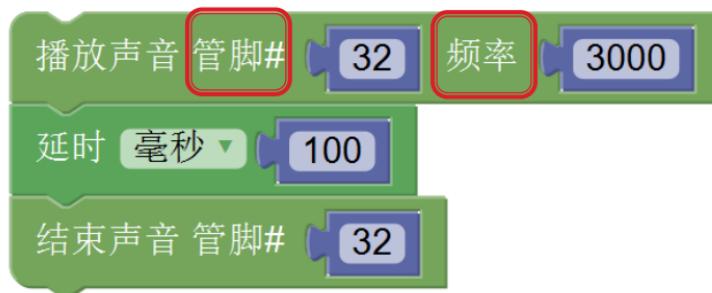
蜂鸣器是一种一体化结构的电子讯响器，采用直流电压供电，广泛应用于计算机、打印机、复印机、报警器、电子玩具、汽车电子设备、电话机、定时器等电子产品中作发声器件。



5.2.1 蜂鸣器接口



5.2.2 示例程序



5.3 光电传感器

光电开关是光电接近开关的简称，光电开关将输入电流在发射器上转换为光信号射出，接收器再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物体进行探测。安防系统中常见的光电开关烟雾报警器，工业中经常用它来计数机械臂的运动次数。



5.3.1 模块接口

D33, D34

5.3.2 示例程序



5.4 麦克风模块

可以检测周围环境声音大小, Arduino 可以通过模拟输入接口对其输出信号进行采集。



5.4.1 麦克风接口

A9

5.4.2 示例程序



5.5 超声波测距模块

一种根据超声波的速度, 利用发出的超声波经过障碍物反射回来的的时间差计算超声波模块与障碍物之间距离的模块。

5.5.1 超声波模块接口



5.5.2 示例程序

```

Serial 波特率 9600
声明 item 为 整数 并赋值 0
item 赋值为 超声波测距(cm) Trig# 26 Echo# 27
Serial 打印 (自动换行) item
延时 毫秒 200
    
```

5.6 液晶模块

1602 液晶是一种专门用来显示字母、数字、符号等的点阵型液晶模块。



5.6.1 液晶模块接口

IIC 接口

5.6.2 示例程序

```

液晶显示屏 设备地址 0x27
打印第1行 " Hello Mixly! " ← 字符串
打印第2行 666 ← 数字
    
```

6 实训任务

课程设置基础任务和发挥任务，基础任务要求每组同学都必须完成，发挥部分学生根据自己能力进行操作，但是发挥部分的完善度和创意也是老师评分的关键。

6.1 基础任务

- (1)控制两个电机正反转
- (2)超声波测距液晶显示
- (3)特雷门琴
- (4)倒车雷达

6.2 发挥任务

做一个智能避障机器人，当前面或者侧面有障碍物的时候有提示，并且自己转弯行驶避开障碍物，要尽可能的用到所有的传感器（至少有超声波、1602 液晶、光电开关、蜂鸣器）。在不违反课堂纪律的情况下，只要完成该功能的小组，成绩全部得优。



微信扫描二维码
填写课程反馈调查问卷