

《物联网与嵌入式技术》

大作业课题报告

文字-盲文转换器电路部分

学 生 姓 名：_____单文超_____

学科、 专业：_____仪器科学与技术_____

学 号：_____22342019_____

完 成 日 期：_____2024. 5. 5_____

大连理工大学

Dalian University of Technology

目 录

1	背景介绍	1
2	模块介绍	3
	2.1 Arduino 单片机	3
	2.1.1 Arduino 单片机介绍	3
	2.1.2 Arduino 输入输出引脚模块	4
	2.1.3 Arduino 的主控芯片 ATMEGA328P	4
	2.1.4 Arduino 的 C 语言开发环境 (IDE)	5
	2.2 舵机模块	5
	2.3 WiFi 模块	6
	2.4 本章小结	6
3	硬件设计	7
	3.1 Arduino 与舵机模块互联设计	7
	3.2 Arduino 与 WiFi 模块互联设计	8
	3.3 本章小结	8
4	总结	9

1 背景介绍

盲人或视障者是视力完全丧失或受到严重损伤的一类残疾人。根据《柳叶刀》全球健康委员会关于全球眼健康的报道，2020 年全球约有 4300 万盲人，而 2050 年将增加到 6100 万人。由于视力严重受损，盲人主要依靠触觉和听觉获取外界信息。在阅读方面，盲人既可以利用语音听书，也可以用手指摸读盲文。与摸读盲文相比，通过语音获取信息容易受到环境的限制，并且长期依靠听觉也会对听力造成一定损伤。因此，盲人主要依靠手指触摸盲文的方式进行阅读。当前，盲人进行盲文阅读的主要工具仍然是纸质的盲文书。由于需要将文字转换为由 6 个盲文点构成的盲文方阵，并通过凸点的组合来表达信息，盲文书存在的厚重、价格贵、数量少、易损坏等缺点，已导致其无法满足盲人的阅读需求。

随着科技的发展，众多研究已经根据盲符的技术规格尝试设计了盲文点凸起状态可刷新的盲文显示装置，以替代盲文书作为盲人的数字化阅读工具。根据盲文点对手指皮肤刺激形式的不同，盲文显示装置主要可分为电刺激式和压力刺激式。电刺激式盲文显示装置利用电压或电流通过金属电极刺激手指皮肤内部的神经纤维，具有体积小和功耗低等优势，但电刺激带来的刺痛感和手指出汗造成的盲文显示效果不稳定是这类装置需要继续解决的问题。

目前，压力刺激式盲文显示装置更为常用。该类装置利用不同类型的盲文点执行器形成接触式的凸起点，并通过主动更改盲文点的凸起状态来形成不同的盲文字符。盲人在触摸接触面时手指皮肤与盲文点之间产生压力刺激。盲文点执行器根据驱动原理的不同，主要可分为压电驱动式、形状记忆合金式、气动式、电活性聚合物式、超声波式、电磁式等。目前，已经商用的盲文显示装置主要采用压电驱动的方式。然而，由于压电驱动器的安装位置垂直于接触面且成本较高，导致压电驱动式盲文显示装置体积大、不便携、价格贵。为了降低成本，Singhal 等开发了一种基于形状记忆合金的盲文显示装置。但形状记忆合金执行器只提供了较低的刷新频率，且容易疲劳，难以满足长期的使用需求。

对比形状记忆合金执行器，气动执行器可靠性较高。但气动执行器通常需要利用气泵和通气管路进行驱动，导致装置体积大、不便携。同时，由于没有自锁结构，气动执行器需要持续的高压以维持盲文点的凸起，导致能耗较大。为了实现凸起自锁，Soule 等结合气动通道和低熔点的 Field 金属设计了一种利用固-液相变进行状态自锁的盲文点执行器，但该执行器重新配置状态最短需 80s，无法满足即时的盲文显示需求。Qu 等使用电活性聚合物开发了一种摩擦驱动的盲文显示装置。另外，还有一些特别的盲文点

驱动方式，如 Paneva 等开发了一种可向盲人手掌发射点状超声辐射压力的盲文显示装置。

电磁驱动式执行器利用电磁效应产生的电磁力来驱动盲文点。由于电磁驱动式执行器通常可靠、响应快、成本低、反馈力大、控制方便，目前电磁驱动式盲文显示装置得到了国内外众多学者的广泛研究。例如，吴新丽等利用分层且错位布置的盲文点驱动机构，开发了一种可动态显示 20 方盲文的电磁式盲文点显器。Bettelani 等开发了一种基于电磁驱动原理的半锁止式单方盲文显示装置，用于显示字母和数字。黄金鹏设计了一种半锁止式盲文显示装置，其通过设置压缩弹簧来解决盲文点断电回落的问题。陈大鹏等提出的盲文再现系统将便携的指套式装置与数据可刷新的触摸屏相结合，可以帮助盲人更加方便地阅读和获取数字文本信息。根据不同学习者的触觉敏感性，Saikot 等利用继电器驱动的盲文点设计了可调节大小的盲文显示装置。以上介绍的电磁驱动式盲文点执行器均采用了半锁止的结构。当指尖的按压力大于盲文点的锁止力时，这些装置上显示的信息将被改变。因此，锁止力是判断盲文点执行器性能的重要指标。

为了对盲文点进行凸起锁止，一些研究设计了全锁止的盲文点结构。例如 Leonardis 等利用导磁的金属销设计了一种具有 40 个盲文方阵的全锁止式盲文显示装置，并通过移动单个电磁驱动的游标来顺序地更改成行排列的盲文点的凸起状态。该装置虽然避免了为每个盲文点执行器单独设计驱动单元，但游标的运动速度不能太快，从而导致该装置的刷新频率仅为 0.07 Hz。Kim 等利用翻转式的锁止结构开发了一种全锁止式盲文显示装置，其既能满足盲文再现对锁止力的要求，又能在锁止时不额外消耗能量。但该装置的盲文点上弹力不高，在手指与盲文点接触时可能导致盲文点无法弹起。

依据中华人民共和国盲文国家标准（GB/T 15720-2008）要求：盲文点径为 1.0~1.6 mm，盲文凸点点高为 0.2~0.5 mm，盲文点点距为 2.2~2.8 mm、盲文点方距为 3.5~4mm、盲文点行距一般取 5~6 mm。设计的字车装置采用的是舵机结合机械结构，提升信息提取的准确性。选择 Arduino 单片机作为控制系统，实现盲文书写过程的自动化。这里着重介绍 Arduino 与舵机模块互联设计、Arduino 与 WiFi 模块互联设计。

2 模块介绍

2.1 Arduino 单片机

2.1.1 Arduino 单片机介绍

如果需要对一个事物进行自动的控制，我们需要几大模块：中央处理单元 CPU、随机存储器 RAM、存储器 ROM、输入/输出设备 I/O，用 `cpu` 进行运算和控制；用 RAM 进行数据的储存，用 ROM 进行程序的储存，用 I/O 口进行并行输出和串行等，这就形成了一个最小的智能控制单元，把这些模块全部集中安装到一个集成电路芯片中，就形成了单片机，类似于一个微型的个人电脑。而 Arduino 就是众多单片机中的一种，它便捷灵活，在电子、机械领域多有应用。

本次试验开发采用 DFERobot 公司生产的 Arduino UNO R3 智能开发板，如图 2.1。

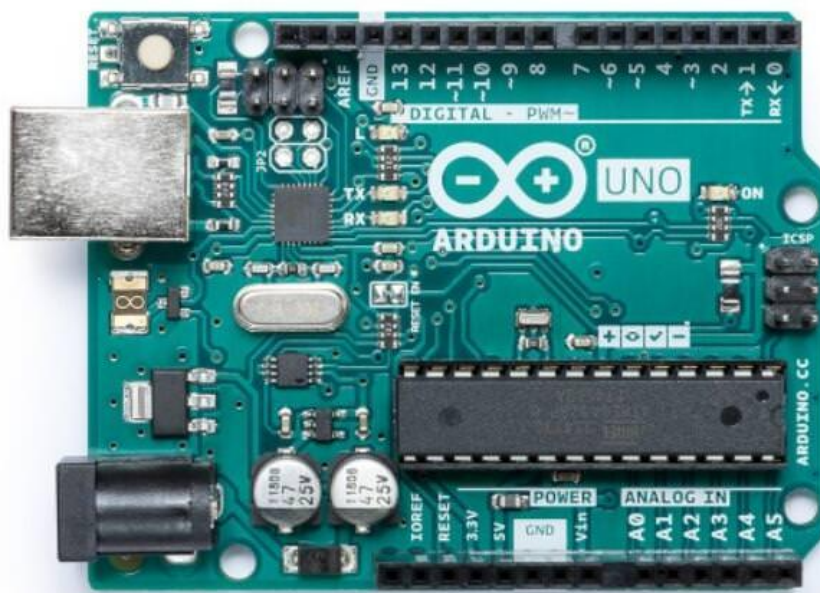


图 2.1 Arduino UNO R3 实物图

DFERobot 公司生产的 Arduino UNO 是一个带有 USB 插头的小型微控制器板，可以连接到计算机和许多连接插座，可以连接到外部电子设备，例如电机、继电器、光

传感器、激光二极管、扬声器、麦克风等。它们可以通过计算机的 USB 连接或 9V 电池供电。它们可以由计算机控制或由计算机编程，然后断开连接并允许独立工作。

Arduino 的主要结构可以分为四大部分：输入输出引脚模块，中央处理器以及基于 C 语言的编程开发环境（IDE）。

2.1.2 Arduino 输入输出引脚模块

如图 2.2 中的红框部分，此为 Arduino 的信号传输的输入输出引脚部分，共 28 个引脚，14 个数字引脚，6 个模拟输入引脚，6 个模拟输出引脚。14 个数字引脚对应 Digital IO pins 0-13，根据实际应用的不同需求可以在程序中设置每个引脚的输入输出状态。所有引脚安装在 DIL（双列直插式）插座中，因此可以轻松更换。



图 2.2 Arduino 输入输出引脚模块

输入输出模块主要的作用在于感知外界作用，传输由处理器处理这些感知到的作用的后所发出的对应的指令。输入模块可以根据自己的使用要求进行开发，让外界的变量因素对核心处理器直接下达或者传输指令，也可以对外界的物理参数进行测量，常见的有像变形、温度、位移、压力等。测量感知后进行模块的信号转换，将测得的物理信号转换为电阻、电流和电压等的变化。输出模块同样是根据自己的需求，让自己的核心处理过后输出信号发出指令，指令主要分为电量指令和非电量指令，比如蜂鸣警示器、LED 显示器等。

2.1.3 Arduino 的主控芯片 ATMEGA328P

Arduino UNO 上使用的 28 针微控制器芯片是 ATMEGA328P。该设备的核心是 CPU（中央处理单元），它控制 Arduino 设备内发生的一切，它获取存储在闪存中的程

序指令并执行它们。这涉及从工作内存(RAM)中获取数据,对其进行更改,然后将其放回原处。或者,这可能意味着将其中一个数字引脚的输出从 0V 更改为 5V。

而带电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)和闪存类似,是非易失性的。使用过程中可以关闭和打开 Arduino 设备,但 EEPROM 中的内容并不会丢失。闪存旨在存储程序指令(来自电脑端对应的编程软件 Arduino IDE),而 EEPROM 用于存储我们不想在重置或电源故障时丢失的数据。

2.1.4 Arduino 的 C 语言开发环境 (IDE)

Arduino 的编程开发环境 (IDE)是一个可以在计算机里运行的软件,我们可以通过它来为 Arduino 上传不同的程序,而 Arduino 的编程语言也是由 Processin 语言改编而来的。当我们上传到 Arduino 时它会自动把你写的代码转换成 C 语言,再传给 avr-gcc 编译器(一个重要的开源软件),然后把代码最终编译成微处理器能明白的指令。这些都是 Arduino 很重要的一部分,因为它隐藏了复杂的编译过程,让我们可能简单的方式去控制微处理器。许多语言都被用来编程微控制器,从核心汇编语言到图形编程语言,如 Flowcode 等。Arduino 位于这两个极端之间,使用的是 C 编程语言。C 语言在计算方面是一种具有悠久历史的语言,是很多其他计算机语言的基础,它非常适合为微控制器编程。C 是一种易学的语言,但编译成高效的机器代码,只占用有限的 Arduino 内存中的一小部分空间。

2.2 舵机模块

舵机是一种位置伺服的驱动器,主要是由外壳、电路板、无核心马达、齿轮与位置检测器所构成。其工作原理是由接收机或者单片机发出信号给舵机,其内部有一个基准电路,产生周期为 20ms,宽度为 1.5ms 的基准信号,将获得的直流偏置电压与电位器的电压比较,获得电压差输出。经由电路板上的 IC 判断转动方向,再驱动无核心马达开始转动,透过减速齿轮将动力传至摆臂,同时由位置检测器送回信号,判断是否已经到达定位。适用于那些需要角度不断变化并可以保持的控制系统。当电机转速一定时,通过级联减速齿轮带动电位器旋转,使得电压差为 0,电机停止转动。一般舵机旋转的角度范围是 0° 到 180°。

MG90S 舵机是一种位置(角度)伺服的驱动器,适用于那些需要角度不断变化并可以保持的控制系统。常见于航模,飞机模型,遥控机器人及机械部件当中。在使用中,舵机的配件通常包含一个能把舵机固定到基座上的支架以及可以套在驱动轴上的舵盘,通过舵盘上的孔可以连接其它物体构成传动模型。小舵机自带的 3 线接口可以通过 RJ25 适配器与主板相连。

其技术规格: 产品尺寸为 22.8*12.2*28.5mm , 产品重量 15.3g, 工作扭矩为 2KG/cm, 反应转速 0.11 秒/60 度(4.8V) , 使用温度为 0°C-55°C, 死区设定为 5 微秒, 插头类型为 JR、FUTABA 通用, 转动角度为正负 90° , 舵机类型为数字舵机, 使用电压为 4.8V。

2.3 WiFi 模块

WiFi 采用工业级芯片 ESP8266, 模块为 ESP-12F, 带金属屏蔽罩, 具有强抗干扰能力; ESP8266 模块的标准引脚可以与 Arduino UNO、Mega2560 等开发板兼容, 通过电压转换芯片将 Arduino 与 UNO (通用网络对象) 连接, 从而达到 3.3V 和 5V 兼容; 由于选用的是串口 WiFi, 所以 Arduino 程序可以按照出厂设置, 无需修改; 可以在浏览器上配置 WiFi 和串口参数; 可以作为单独的 ESP8266 开发板使用, 通过下载官方 AT 指令固件、NodeMCU 开源固件等。ESP8266 无线模块还具有支持无线 802.11 b/g/n 标准、内部配置有 TCP/IP 协议栈、可以配置一个 socket 连接、满足 STA/AP 两种工作模式等优势。

2.4 本章小结

本章介绍了 Arduino 单片机的输入输出引脚模块、中央处理器以及基于 C 语言的开发环境, 舵机模块的原理以及所选舵机的技术规格, WiFi 模块功能介绍。

3 硬件设计

3.1 Arduino 与舵机模块互联设计

本节主要通过 Arduino 控制舵机模块的旋转角度以实现盲文模块的功能，下面对 Arduino 电路做较为详细的描述。

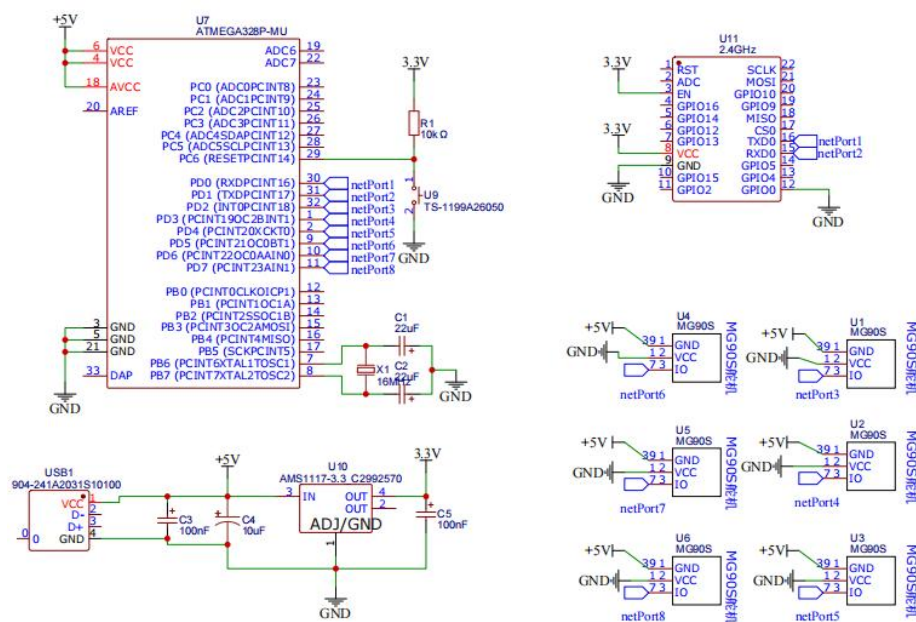


图 3.1 系统电路图

如图 3.1 所示，通过 Arduino 单片机通过数字输出口输出可以控制舵机旋转的信号，当盲文显示装置显示盲文字母需要某一盲文点突出的时候，单片机输出一个脉宽为 2.5ms、幅值为 5V 的 PWM 波，此时舵机顺时针旋转+90°，当下一盲文字母显示需要该盲文突出点不突出时，只需单片机再输出一个脉宽为 1.5ms、幅值为 5V 的 PWM 波，需要保持一个状态的时候，单片机只需不输出任何 PWM 波，保持低电平即可，六个舵机配合即可实现盲文字的显示。

3.2 Arduino 与 WiFi 模块互联设计

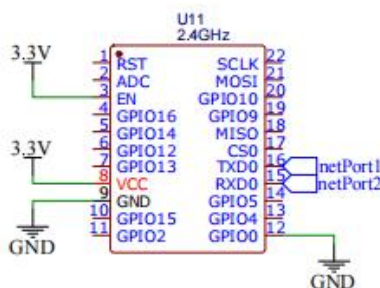


图 3.2 ESP8266

如图 3.2 所示，ESP8266 无线传输模块的硬件设计主要就是无线局域网的构建。本系统依靠 ESP8266 无线传输模块的强大功能实现无线局域网的构建。首先确保 ESP8266 无线传输模块的工作状态控制开关处于“on”状态，此时 ESP8266 无线传输模块与 Arduino UNO R3 之间的串口是打开的，ESP8266 无线传输模块的 WiFi 模块收到的数据可以直接通过串口透传给 Arduino UNO R3。

ESP8266 无线传输模块有 AP 和 Station 两种工作模式，分别作为无线网络的接入点和无线终端，本系统通过设置 ESP8266 无线传输模块，令其处于 AP 模式。通过配置页面设置了 ESP8266 无线传输模块处于 AP 模式，从而构建了 Arduino 嵌入式设备与上位机控制平台进行信息交互的无线网络。

3.3 本章小结

本章主要介绍了 Arduino 单片机与舵机模块的互联设计，Arduino 单片机与 WiFi 模块的互联设计。

4 总结

盲人使用电子产品的时候通常使用语音辅助的方式，但这有信息密度较低、不易于检查错误等问题。盲人使用电子设备进行工作时会因此效率较为低下，存在不便。本文研究的装置能将电子设备中的文字转换为盲文显示装置的凸点，盲人通过触摸凸点可以提高盲人的阅读速度，并且能较为容易的检查上下文，从而使盲人具备一定的从事文字编辑、编程等工作的能力，提高社会地位。