

# 基于物联网控制的智能电磁炉设计

覃 剑<sup>1</sup>, 邓元彪<sup>1</sup>, 梁志新<sup>1</sup>, 胡家绿<sup>1</sup>, 张学军<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>广西大学计算机与电子信息学院, 广西 南宁

<sup>2</sup>广西多媒体通信与网络技术重点实验室(广西大学), 广西 南宁

收稿日期: 2021年10月12日; 录用日期: 2021年11月9日; 发布日期: 2021年11月18日

## 摘 要

如今, 人们对生活的品质要求随着科技的发展逐渐变得越来越高, 而计算机控制技术与电子技术的迅猛发展, 使得在物联网背景下的智能家居因其巨大的便利性和高效性深受人们的喜爱。本文设计了一种利用互联网控制电磁炉的方案。通过检测低电平信号全程监测按键状态, 分析按键是否按下; 利用电磁炉自带的温度传感器获取温度; 通过采集电磁炉主控板中的锅具检测电路输出, 判断锅具的有无; 模拟按键按下时的低电平信号, 向电磁炉主控板上的单片机输入一个与按键信号一致的低电平信号, 模拟按键按下, 达到控制电磁炉开/关、调节档位的目的, 同时使用Arduino UNO对电磁炉状态进行检测和控制, 并使用ESP8266用于Arduino UNO和服务器之间的通信。而服务器与客户端平台则使用Qt搭建, 最终实现通过电脑/手机控制电磁炉, 电磁炉状态能反馈到电脑/手机, 实现信息交互。

## 关键词

物联网, 电磁炉状态, 控制电磁炉, 服务器, 客户端

# Design of Intelligent Control of Induction Cooker Based on Internet of Things

Jian Qin<sup>1</sup>, Yuanbiao Deng<sup>1</sup>, Zhixin Liang<sup>1</sup>, Jialu Hu<sup>1</sup>, Xuejun Zhang<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Computer, Electronics and Information, Guangxi University, Nanning Guangxi

<sup>2</sup>Guangxi Key Laboratory of Multimedia Communications and Network Technology, Guangxi University, Nanning Guangxi

Received: Oct. 12<sup>th</sup>, 2021; accepted: Nov. 9<sup>th</sup>, 2021; published: Nov. 18<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Nowadays, people's requirements for the quality of life gradually become higher and higher with

\*通讯作者。

文章引用: 覃剑, 邓元彪, 梁志新, 胡家绿, 张学军. 基于物联网控制的智能电磁炉设计[J]. 计算机科学与应用, 2021, 11(11): 2705-2717. DOI: 10.12677/csa.2021.1111274

the development of science and technology. With the rapid development of computer control technology and electronic technology, the smart home under the background of the Internet of things is deeply loved by people because of its great convenience and efficiency. This paper designs a scheme of using Internet to control induction cooker. Monitor the key state in the whole process by detecting the low-level signal, and analyze whether the key is pressed; Obtain the temperature by using the temperature sensor of the induction cooker; Judge the presence or absence of the cooker by collecting the output of the cooker detection circuit in the main control board of the induction cooker; Simulate the low-level signal when the key is pressed, input a low-level signal consistent with the key signal to the single chip microcomputer on the main control board of the induction cooker, simulate the key press, achieve the purpose of controlling the on/off and adjusting the gear of the induction cooker, use Arduino UNO to detect and control the state of the induction cooker, and use ESP8266 for the communication between Arduino UNO and the server. The server and client platforms are built using Qt. Finally, the induction cooker is controlled by computer/mobile phone, and the induction cooker status can be fed back to computer/mobile phone to realize information interaction.

## Keywords

Internet of Things, Induction Cooker State, Control Induction Cooker, The Server, The Client

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

物联网这一概念最早是在美国的“智慧地球”下提出的一种服务架构[1]。其包括三个核心：装置的智能化、联机以及通讯技术、设备的云端服务[2]。随着信息科技的发展，人工智能的开发，便逐渐产生了智能家居，而在物联网技术的发展中，智能家居再次得到了发展[3]。智能家居是利用计算机技术、控制技术、图像显示技术以及通讯技术将各种家用设施通过家庭网络连接到一起[4]。能为人们提供更舒适、便捷的网络化、信息化与智能化的生活环境[5]。最开始的时候，智能家居主要在日本和欧美一带兴起，其主要用于简单的灯光控制，而随着人们生活水平的提高，对生活品质的要求也越来越高，对家居设备的控制的便利性、高效性提出了更高的要求，在这种需求下，智能家居越来越受到人们的关注[6]。智能家居系统包括主控设备、控制终端、各受控设备，可将所有的控制终端集成到一个系统中，采用电脑端、手机端实施对家居设备的现场或远程控制，实现更加便捷、灵活的管理家居设备的功能[7]。其以住宅为平台，利用综合布线技术、网络通信技术、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活有关的设施集成，构建高效的住宅设施与家庭日程事务的管理系统，提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现环保节能的居住环境[8]。同时，基于物联网的智能家居，还有着远程控制、场景控制、定时控制、智慧联动以及安全防范等好处[9]。人们可以通过基于物联网的智能家居打造一个安全、舒适、自动化、智能化的生活氛围[10]。

从宏观角度看，目前智能家居在自动化的层面已经基本完成技术的积累，下一步的方向是与人工智能技术结合，从 Home Automation 向 Smart Home 的迈进，这是目前公认的方向，但是这个方向的发展对智能家居的普及更多的是锦上添花而非雪中送炭，也就是说，目前智能家居已经完全具备普及的条件[11]。

电磁炉按使用场所分为民用电磁炉和商用电磁炉；按用途分为家用电磁炉、专业火锅电磁炉、自助

餐厅保温炉、后厨煲汤炉、后厨炒炉；按功率分为电磁炉小功率电磁炉(800 W 以下)、常用功率电磁炉(1000~2500 W)、大功率电磁炉(3~35 KW)；按使用或安装方式分为嵌入(沉降)式电磁炉、台式电磁炉、落地式电磁炉[12]。1972 年,美国开始生产电磁炉,20 世纪 80 年代初电磁炉在欧美及日本开始热销。本文的电磁炉采用普通家用电磁炉,使用 220 V、50 Hz 交流电供电,整体电路主要分为两个部分:控制面板以及主控板。主控板主要功能是控制和监视整个电磁炉的状态,包括锅具温度检测电路、风机驱动电路、电流取样电路、脉宽调整电路等主要电路[13]。其利用涡流原理进行加热。220 V,50 Hz 正弦交流电经过整流滤波转换成直流电,再经过振荡电路转换成上万 Hz 的交流电,高速变化的电流通过线圈盘,产生无数杂乱无章的小磁场,使得线圈盘上方放置的铁质锅具中的铁分子高速无规则运动,互相碰撞做功,动能转化为热能,从而实现加热[14]。同时,电磁炉具有加热速度快、节能环保、安全性高、控温精准等优点[15]。

如今,很多家庭都在使用电磁炉做饭、炒菜,因其无需明火、热转化率高、安全、节能环保等[16]优点,早已成为了大多数家庭里必不可少的一员。而智能电磁炉便属于智能家居中的一部分。人们可以通过电脑安装客户端,将电脑接入互联网后,与服务器进行交互,便可以对电磁炉进行远程控制[17]。通过使用移动终端远程操控电磁炉提前做饭,可以极大的节约人们的时间。同时,当电磁炉工作在不正常的环境或电磁炉工作异常时,客户端能发出警报,防止家庭火灾等事故的发生。

## 2. 方法

### 2.1. 系统整体框架设计

本设计使用的开发板使用的是粤嵌科技的 Gduino II 开发板,该开发板基于 Arduino UNO,同时带有 ESP8266 芯片。

Arduino 是的一套开源硬件开发平台,Arduino UNO 是其最为基础的开发板,开发极为简单,配合传感器、控制开关、LED 屏等外围器件,任何稍有电子电路基础的人都可以基于这个平台快速搭建出具有各种有趣功能的实用电子电路。Arduino UNO 是一款基于微控制器 ATmega328P 的开发板。ATmega328P 是 8 位微处理器,片内包含 32 KB Flash (0.5 KB 由 BootLoader 使用),2 KB SRAM,1 KB EEPROM,运行时钟频率为 16 MHz。该开发版拥有 14 个数字输入输出引脚和 6 个 10 位模拟输入引脚,并有 6 个数字输入输出引脚可以作为 PWM 输出引脚[18]。

系统以日常生活使用的电磁炉为核心,在其之上添加外围采样电路、控制电路、通信模块,主要分为六个部分。分别是电磁炉、信号采集电路、控制电路、单片机及通信模块(ATmega328p 与 ESP8266)、服务器和客户端。

系统的设计总体框图如图 1 所示:

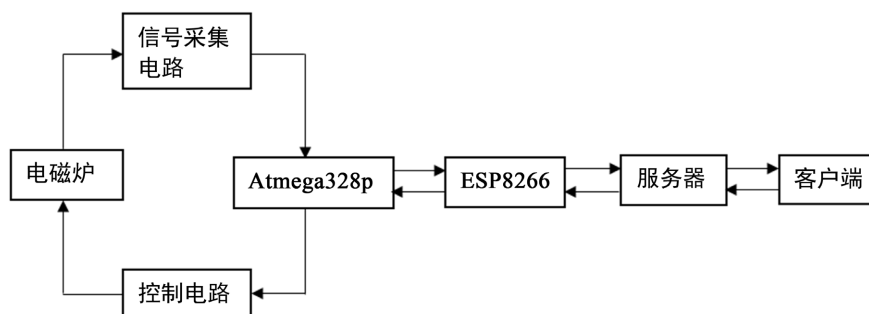


Figure 1. Overall system framework

图 1. 系统整体框架

在该系统中，需要通过信号采集电路，采集电磁炉的各项数据，获取其工作状态，并通过单片机 ATmega328p 及通信模块 ESP8266 发送到服务器，再经服务器发送到客户端实时显示。在控制电磁炉工作时，可以通过客户端进行操作，客户端将用户操作发送给服务器，再由服务器将指令发送给单片机及通信模块，单片机再将控制信号发送给控制电路，控制电路执行控制操作，从而达到控制电磁炉的目的。

ATmega328p 程序框图如图 2 所示：

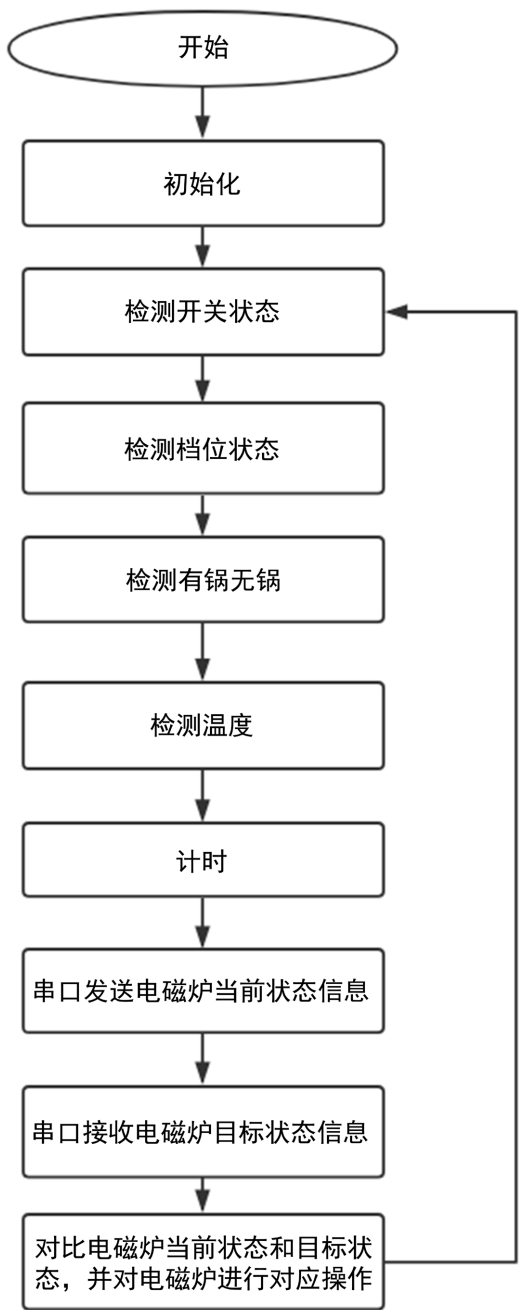


Figure 2. Atmega328p program block diagram  
图 2. ATmega328p 程序框图

ESP8266 程序框图如图 3 所示：

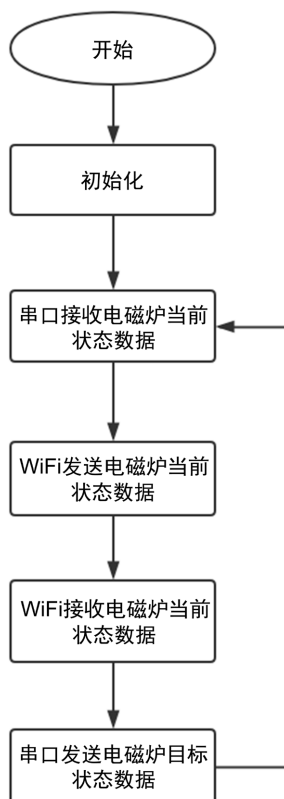


Figure 3. ESP8266 program block diagram

图 3. ESP8266 程序框图

## 2.2. 电磁炉控制面板分析

本文使用的电磁炉的电路结构，分为主控板与控制面板部分，本文对控制面板进行分析与控制，达到控制电磁炉的目的，控制面板电路图 4 所示：

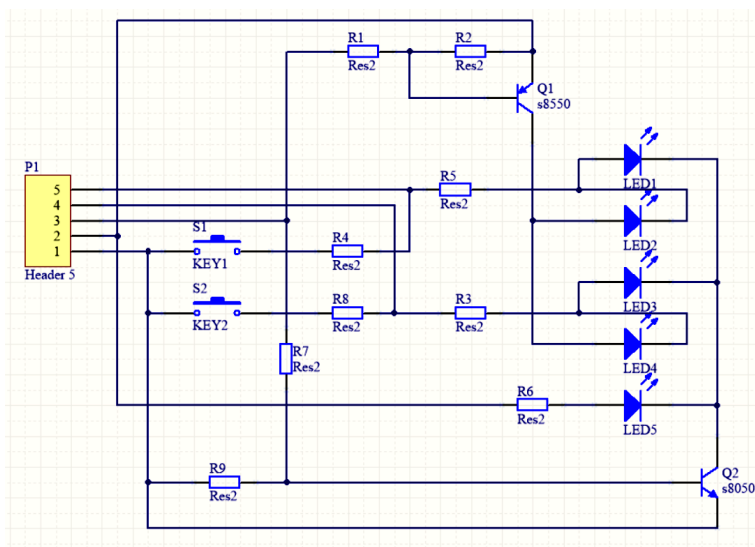


Figure 4. Control panel circuit

图 4. 控制面板电路

图 4 所示的电路中的 P1 接口处：1 号线为 GND，2 号线为 Vcc，5V 供电，3、4、5 号线均为复用信号线，开关 S1 按下后，5 号线的电平被拉低，控制电磁炉的开机与关机；开关 S2 按下后，4 号线的电平被拉低，控制电磁炉的档位选择。当 S1 或者 S2 被按下后，3、4、5 号线均由主控板上的单片机输出不同频率的 PWM 波控制 LED 灯的亮灭与否。电路中的电阻阻值均为非实测，仅仅起到代表作用；1、2、3、4、5 号线均与主控板上的单片机相连。

### 2.3. 电磁炉控制方案

保留电磁炉主控板控制芯片，额外增加外围电路使用单片机进行采样、通信和模拟控制信号。该方案的优点在于，无需分析整个电磁炉的每一个电路功能和信号，只需要将任务所需的信号找出，并分析信号所代表的状态或功能，即可用单片机进行采样分析，并通过模仿控制信号，间接控制电磁炉。

该部分主要是模拟按键的控制信号，通过单片机控制电磁继电器，开关机或者进行档位调节时，单片机控制继电器的常开端与公共端相连，而常开端、公共端分别于按键两端相连，其闭合时可以产生一个与按键信号一致的低电平信号，进而达到控制效果。

### 2.4. 电磁炉状态信号与温度检测

检测电磁炉状态时，直接采样按键信号，按键的控制信号的持续一小段时间的低电平信号，通过检测低电平信号全程监控按键状态，分析按键信号进而判断电磁炉所处的工作状态。单片机通过记录检测到的按键信号，通过开机之后的低电平信号出现次数与电磁炉档位之间的对应关系即可判断电磁炉当前的工作状态。

检测锅底温度，利用电磁炉原有的温度传感器，测量温度传感器两端对地电压与锅底温度关系，将对应关系线性化，使用函数表示。在单片机中使用 AD 采样温度传感器电压，通过关系函数计算当前状态对应的锅底温度。

### 2.5. 锅具检测方案

通过采集电磁炉主控板中的锅具检测电路输出，判断锅具的有无。电磁炉主控板中的锅具检测电路，是使用一个匝数较少的次级线圈，感应加热线圈中的电流，在通过转换电路，转化成电压信号，输送给 MCU。该电路基本原理和功能与霍尔电流传感器[19]类似，而且无锅状态与有锅状态之间电压范围差别较大，可以使用单片机的模拟采样功能采样锅具检测电路输出，以设定阈值的方式比较判断锅具有无。

### 2.6. 电磁炉与服务器的通信

电磁炉和服务器的通信程序主要分为两部分：一是 Arduino UNO 部分，该部分主要用于电磁炉状态的检测和控制；二是 ESP8266 部分，该部分主要用于 Arduino UNO 和服务器之间的通信，即将来自 Arduino UNO 的数据转发给服务器，将服务器的数据转发给 Arduino UNO。Arduino UNO 和 ESP8266 之间使用串口进行通信，ESP8266 和服务器之间使用 TCP/IP 协议进行通信。两个部分均使用 Arduino 环境进行开发。

Arduino UNO 部分的主要工作是电磁炉状态的检测和控制。电磁炉原本有开关机和火力调节两个功能按键，经过检测发现电磁炉的按键面板完全由不规则波形的模拟信号控制，但是按键按下的时候对应信号线会变成低电平，因此用模拟输入引脚对信号线进行信号检测，若出现超过一定时间的低电平即可判断按键按下，通过记录按键即可进一步记录电磁炉状态。同时为了控制电磁炉的开关机和档位，需要使用两个 GPIO 来控制继电器，来模拟按键的功能。电磁炉有锅无锅可以从主控电路中获取信号，经过测量，我们获取到一个可用信号，当电磁炉无锅时该信号会降到一定电平以下，使用模拟输入口测量该信号即可判断电磁炉有锅无锅。电磁炉的温度需要使用一个模拟输入口来测量温度传感器的电压，通



过对应曲线来将电压转换为温度。计时可以通过 Arduino 开发环境自带的计时函数完成。Arduino UNO 将当前状态数据记录后使用串口发送给 ESP8266，同时接受 ESP8266 的目标状态数据，若当前状态和目标状态不一样则改变当前状态并对电磁炉进行对应操作，使用 GPIO 来控制继电器模拟按键的功能。

ESP8266 部分的主要工作是 Arduino UNO 和服务器之间数据的转发。该部分的主要工作大致分为四步：从串口接收电磁炉当前状态数据、通过 WiFi 使用 TCP/IP 协议将电磁炉当前状态的数据发给服务器、从服务器接收电磁炉目标状态的数据、将电磁炉目标状态的数据通过串口发送给 Arduino UNO。

## 2.7. 服务器与客户端设计

使用 Qt 搭建服务器与编写客户端程序。Qt 是一个 1991 年由 Qt Company 开发的跨平台 C++ 图形用户界面应用程序开发框架，其使用的语言为 python 或 C++。它既可以开发 GUI 程序，也可用于开发非 GUI 程序，比如控制台工具和服务器。Qt 是面向对象的框架，使用特殊的代码生成扩展(称为元对象编译器(Meta Object Compiler, moc))以及一些宏，Qt 很容易扩展，并且允许真正地组件编程[20]。使用 Qt 开发的桌面程序，可在 Windows10、Windows7、WindowsXP 系统上运行，使用的编译器为 MingW32，只需要将编译好后存储的文件夹拷贝至电脑上即可运行。

其服务器界面如图 5 所示：

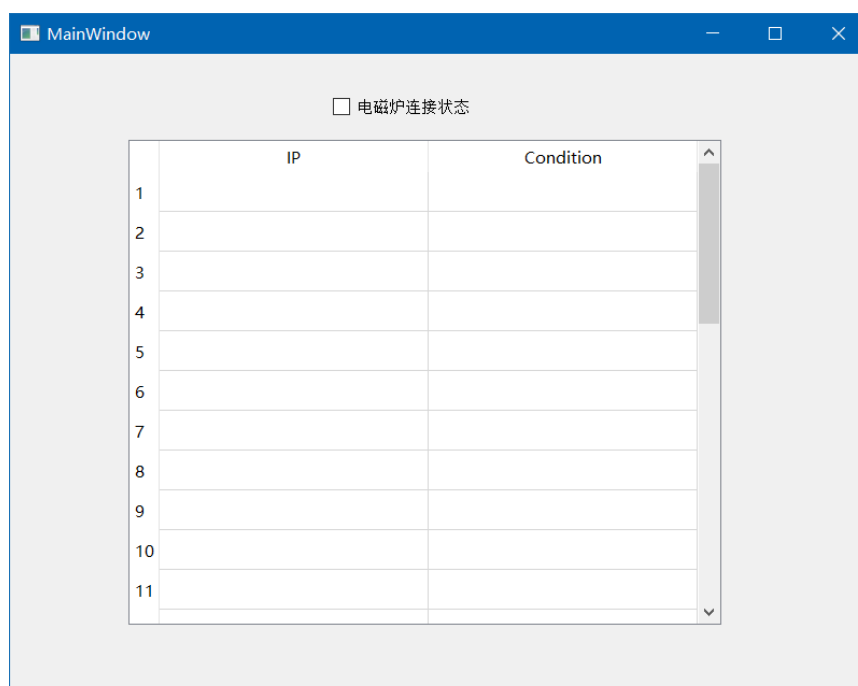


Figure 5. Server interface

图 5. 服务器界面

该程序能够建立起 esp8266 的 tcp 通信，相应的通信套接字为 tcpsocket，还可以与 web 客户端建立起 tcp 通信，相应的通信套接字为 websocket。其主要功能为监视客户端的连接状态，以及保证电磁炉与客户之间顺利地进行通信。

客户端程序使用 Qt for Webassembly 开发 web 程序，该程序可在 Windows10、Windows7、WindowsXP、linux 系统上运行，但不能在 Android 系统上运行，使用的编译器为 Webassembly。

其界面如图 6 所示：

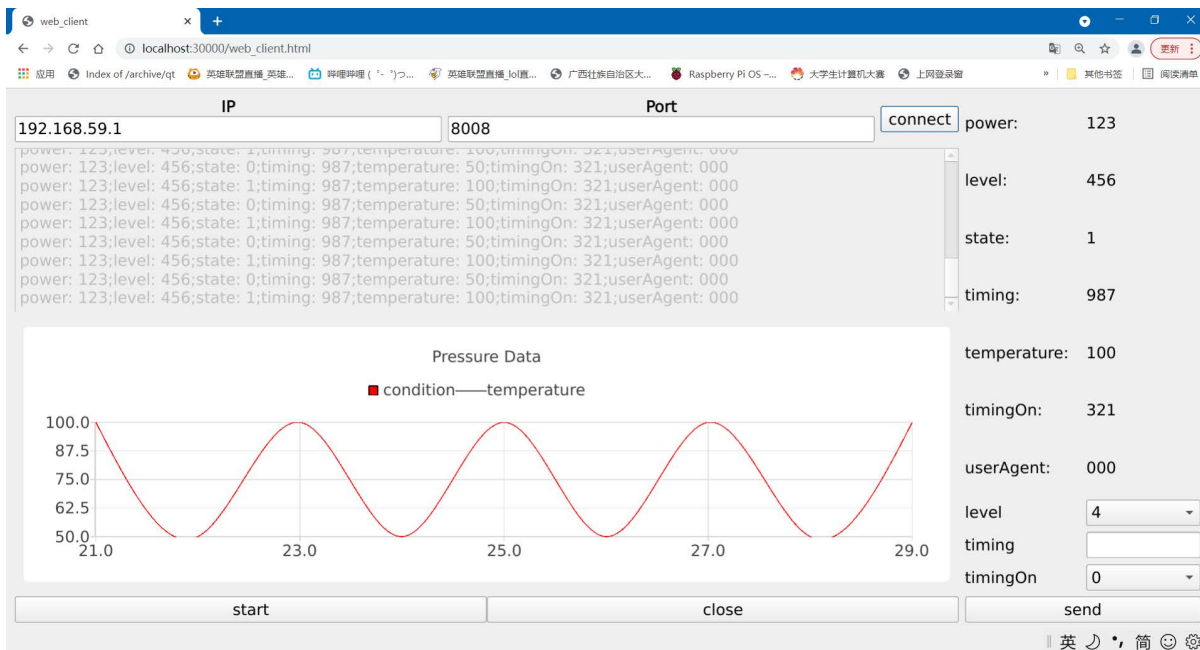


Figure 6. Client interface  
图 6. 客户端界面

用户可通过此网站建立起与服务器之间的通信，获取电磁炉的状态，如 power、level、state、timing、temperature、timingOn、userAgent 等状态，其代表的含义如表 1 所示：

Table 1. Description of state quantity of induction cooker  
表 1. 电磁炉状态量说明

状态名称	状态量	状态说明	状态量说明
power	0/1	开关机状态	0 表示处于关机状态，1 表示处于开机状态
level	4/5/1/2/3	档位状态	总共有 5 档，开机初始档位为 4，开机状态下按一下档位键档位+1，不能跳档位，4->5->1->2->3->4
state	1/0	(开机状态下)有锅无锅	1 表示有锅，0 表示无锅
timing	*	定时时间	定时时间，计时到 0 后关机，单位秒，客户端发给服务器的是当前剩余时间，服务器响应给客户端的是设定的定时时间
temperature	*	温度	电磁炉温度，摄氏度
timingOn	0/1	定时开关	0 表示定时已关闭，1 表示定时已开启，0 的时候会重新加载服务器响应给客户端的定时时间，正在计时的时候无法设定定时时间
userAgent	*	客户端名称	电磁炉对应的 ID

当服务器发送来这些信息后，客户端程序将会将这些信息显示在右边状态栏以及左边的文本框，并根据温度变化，绘制出温度曲线。客户端还能够自行设置开、关机，以及调整 level、timing、timingON 等参数，将这些控制信息发送给服务器，服务器再发送给电磁炉端，使电磁炉做出相应的状态转换，达到控制电磁炉的目的。Start 按钮为开机按钮、close 按钮为关机按钮、send 按钮为发送相应的控制信息按钮。



### 3. 实验结果

使用杜邦线将电磁炉与 Arduino UNO 连接好, 在 ESP8266 与电脑连接同一个 WiFi 的环境下分别进行电脑客户端控制电磁炉、按键控制电磁炉、检锅以及温度显示的测试。

#### 3.1. 开关机控制

图 7 与图 8 分别表示电磁炉开机前后, 电磁炉的状态变化与客户端显示的状态变量的变化。电脑客户端点击开机键(start)前, 电磁炉处于待机状态, 五个指示灯均以同样的频率闪烁, power 显示为 0, 表示关机状态; 点击 start 后, power 的值变为 1, 电磁炉开启, 且初始档位为第四档, 四盏指示灯常亮。再点击一次 start, 电磁炉再次关机。开关机功能运行正常。

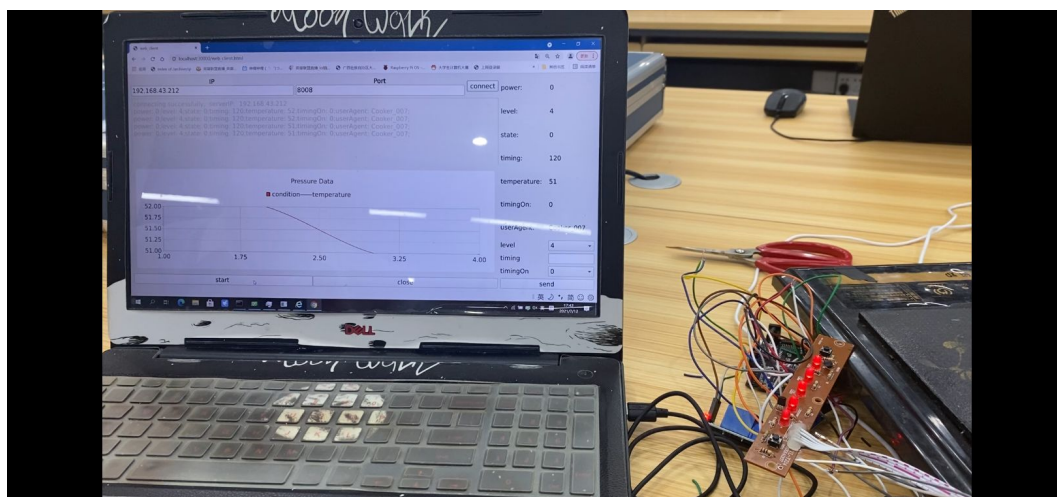


Figure 7. Before startup

图 7. 开机前

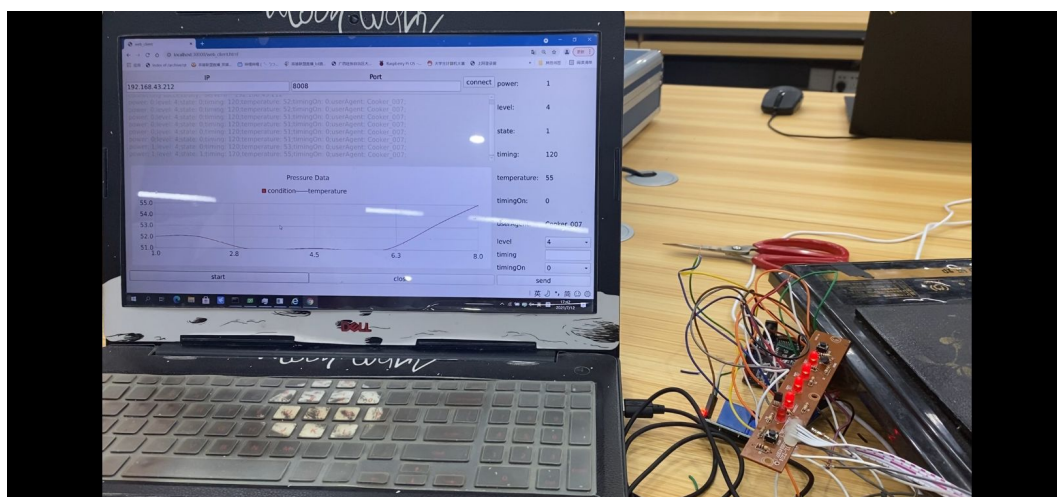


Figure 8. After power on

图 8. 开机后

#### 3.2. 档位调节测试与定时测试

图 9 为档位测试结果。在客户端 level 处可选择电磁炉的档位, 按照 1, 2, 3, 4, 5, 1 的顺序选择,

每次只能跳变一级档位,接着点击 send,电磁炉的档位便被改变,相应的指示灯也会亮起;图 10 中,timing 处设置定时时间,单位为秒,测试中设置 5 秒定时,再将 timingOn 选择为 1,点击 send 可设置电磁炉的加热定时。经过测试,电磁炉的档位选择功能,定时功能均能正常使用。

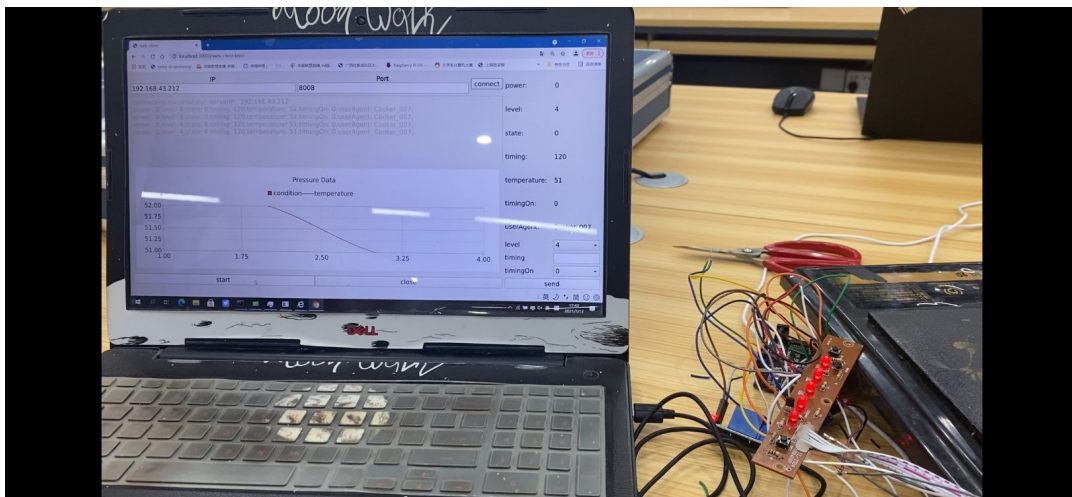


Figure 9. Adjust gear  
图 9. 调节档位

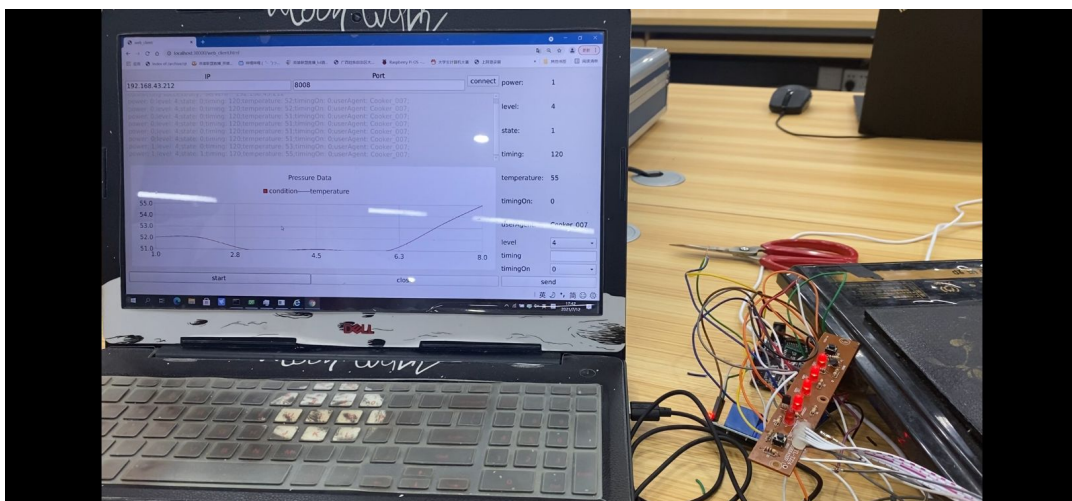


Figure 10. Set timing  
图 10. 设置定时

### 3.3. 按键控制

在图 11 中,将自己焊接的电磁炉开关按键按下后,电磁炉便可以正常开关机,档位键被按下后,也能改变电磁炉的加热功率,同时,电脑客户端上显示电磁炉状态的 power 的值、显示档位的 level 的值也会发生相应的改变。经测试后,此功能可以正常工作。

### 3.4. 锅具检测

如图 12 与图 13 所示,有锅时, state 的值为 1,无锅时,电磁炉停止加热, state 的值变为 0。此功能运行正常。



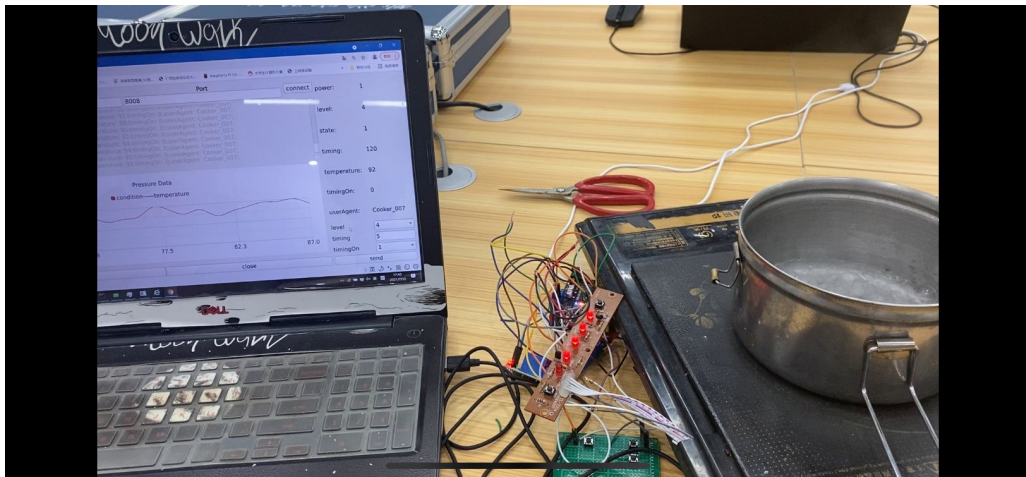


Figure 11. Key control switch and gear adjustment  
图 11. 按键控制开关与档位调节

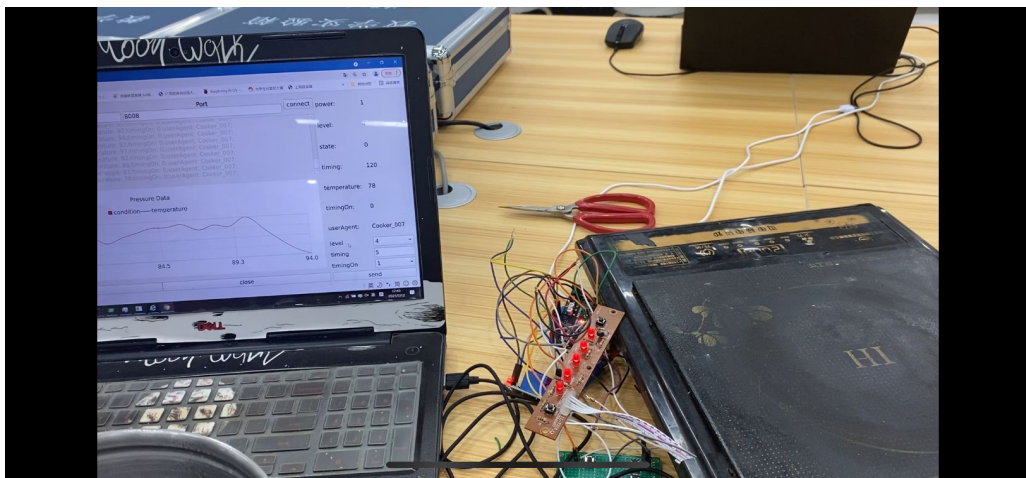


Figure 12. No pot state  
图 12. 无锅状态

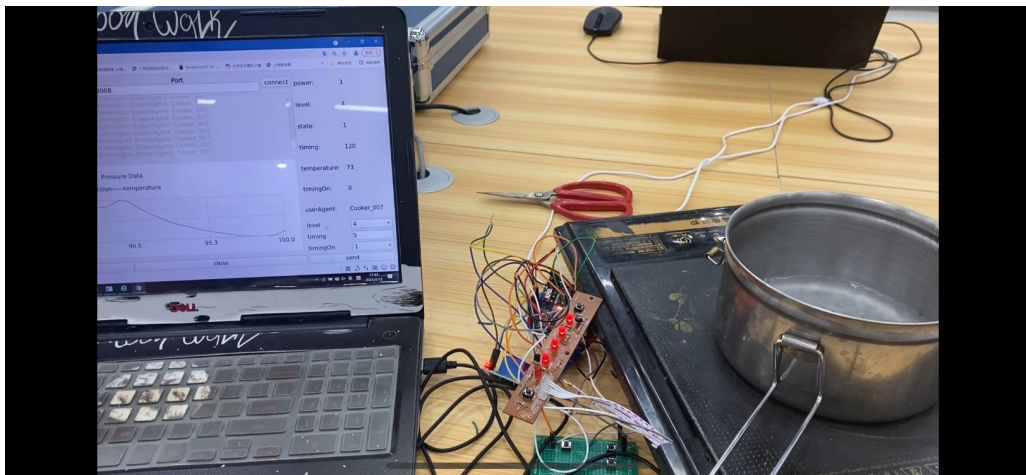


Figure 13. Pot state  
图 13. 有锅状态

### 3.5. 温度显示

图 14 为客户端显示的电磁炉锅底温度曲线。在电磁炉加热的过程中，客户端实时显示锅底的温度为 temperature，同时生成相应的温度变化曲线。经过测试，温度与曲线均能正常显示。

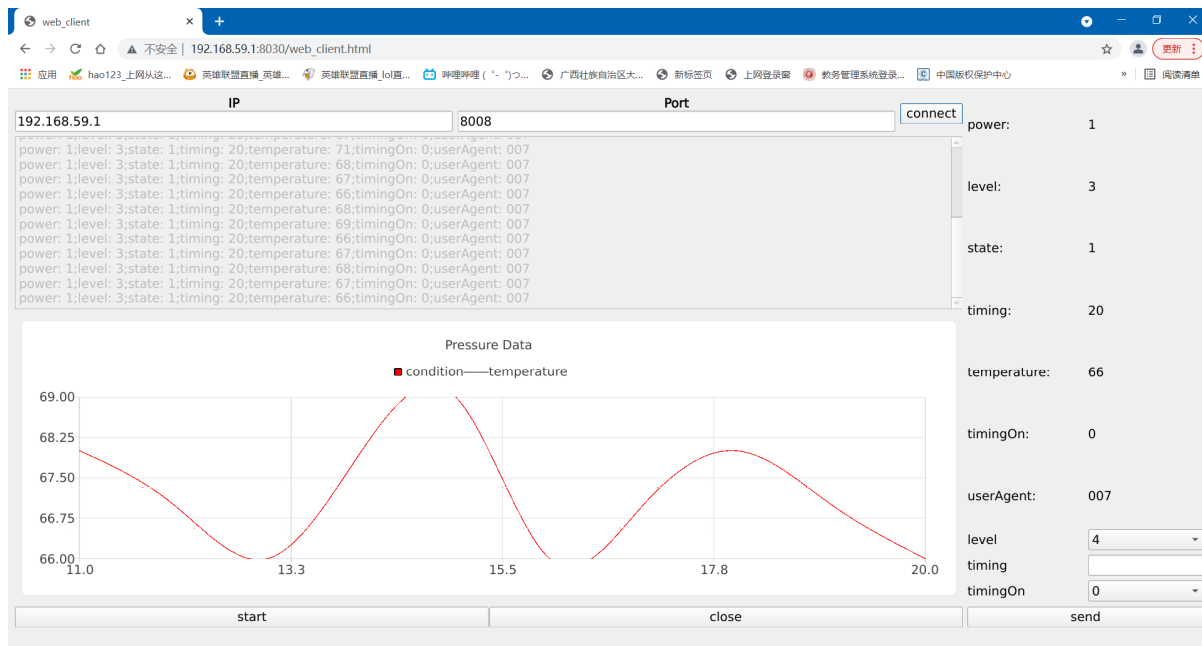


Figure 14. Client display temperature

图 14. 客户端显示温度

## 4. 结论

本文设计的利用互联网控制电磁炉的方案，其优点在于：1) 可以远程实时操控电磁炉，实时监测电磁炉的状态；2) 使用网页的方式控制电磁炉，使得不同的操作系统均可以对电磁炉进行远程操控。

经过最终测试，本实验的成品可以很好的完成最初设计的各项功能。在使用按键对电磁炉进行开关机，调节档位测试时，客户端能够及时的反应电磁炉的状态变化。使用客户端对电磁炉进行开关机和调节档位控制，电磁炉也可迅速反应；同时，在电磁炉加热过程中，客户端能实时显示电磁炉锅底的温度，并生成温度曲线。此外，当电磁炉上无锅具时，打开电磁炉开关，客户端能检查当前电磁炉上是否存在锅具，同时，客户端拓展了原电磁炉没有的定时功能，通过客户端定时加热，防止加热时间过长而烧坏电磁炉与锅具。

## 基金项目

本研究受到广西创新驱动发展专项基金项目“基于人工智能的交互式智能云音箱研发与产业化”(项目编号：桂科 AA21077007)的资助。

## 参考文献

- [1] 赵静. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考[J]. 环球市场, 2021(2): 389.
- [2] 通服物联. 物联网的核心是什么?——知乎[EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/37223834/answer/866791176>, 2021-10-10.

- [3] 汪军. 基于嵌入式的智能家居远程控制系统设计[J]. 电脑编程技巧与维护, 2021(8): 99-100.
- [4] 贺乃文. 物联网智能家居系统的构建[J]. 无线通信研究, 2020, 2(2): 59-64.
- [5] 王一炜, 郑仁思, 宋嘉欣. 物联网趋势下的智能家居产品设计策略[J]. 轻纺工业与技术, 2021, 50(9): 103-104.
- [6] 韩金全. 浅谈无线智能家居系统的设计[J]. 厦门科技, 2021(3): 56-59.
- [7] 苏建凯, 王逸欣. 智能家居的物联网技术及其应用分析[J]. 科学技术创新, 2021(25): 89-90.
- [8] 阮星, 蔡闯华. 一个基于 ZigBee 协议的智能照明应用实例的实现[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2011, 27(8): 38.
- [9] 康凯智能. 智能家居的意义以及给我们带来的好处!——知乎[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/353479577>, 2021-07-12.
- [10] 王煜然. 物联网在智能家居上的应用[J]. 科学中国人, 2017(1X): 1.
- [11] 孙新贺. 浅谈智能家居的过去、现在和将来——知乎[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/44302604>, 2021-07-12.
- [12] 电磁炉推荐. 电磁炉的种类有哪些?——知乎[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/270379215>, 2021-07-12.
- [13] 孙运生. 电磁炉维修完全图解[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
- [14] 陈胆大. 电磁炉的工作原理是什么? 为什么不能空烧呢?——知乎[EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/20596504/answer/23406901>, 2021-07-12.
- [15] 太平洋电脑网. 电磁炉有什么特点电磁炉特点介绍[详解]——知乎[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/71311685>, 2021-07-12.
- [16] 全自动旋转生煎锅. 电磁炉的由来——知乎[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/189582208>, 2021-10-11.
- [17] 黄艺聪. 基于物联网的家电远程控制系统设计[J]. 电子制作, 2021(17): 62-65.
- [18] Arduino 官网. Arduino Uno Rev3. Arduino Official Store [EB/OL]. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>, 2021-07-12.
- [19] 写字的高工. 霍尔电流传感器基础——知乎[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/33006318>, 2021-10-11.
- [20] 百度百科. Qt (应用程序开发框架)——百度百科[EB/OL]. <https://baike.baidu.com/item/Qt/451743?fr=aladdin>, 2021-07-12.