



# 基于云端的智能机械手微系统研究

宋露露

(武汉职业技术学院 电子信息工程学院,湖北 武汉 430074)

**摘要:**对基于云端的智能机械手微系统进行了设计,将其设计成一个集设备、云、端的全链应用模式的工业互联网微系统。系统可以通过云平台收发指令来驱动舵机运转以实现对机械手的控制,还加装了陀螺仪传感器,以实现平稳运行。

**关键词:**云端;机械手;工业互联网;微系统

中图分类号: TH122

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2021) 05-0117-04

DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2021.05.021

## 一、研究背景

在现代化工厂的生产场景中,无论是体积大的产品,还是细小的零部件,都是用机械手完成抓取和运输。由于机械手动作灵活、运动惯性小、能抓取靠近机座的工件,并能绕过机体和工作机械之间的障碍物进行工作<sup>[1]</sup>,它在智能制造领域应用非常广泛。基于云端的智能机械手微模型系统将设计成一个集设备、云服务、终端的全链应用模式的工业互联网微模型。有了云服务的加入,能够降低生产成本,并能实时采集、记录设备的数据,调度人员可以随时通过电脑、手机 APP 查看运行情况,还能监测设备情况是否正常。

## 二、系统设计思路

本文是基于云端的智能抓运机器人的优化设计,模型主体由四部分构成:主控板、机械臂、云端(服务器)、移动端(手机/电脑)。模型的设计思路是:主控板通过无线通信模块与移动终端连接,移动终端通过互联网与云服务器连接,这样就能实现设备(主控板)、云服务、终端三者之间的互联,如图 1 所示。

其中,设备通过管理执行器件(如传感器、执行器)的工作,需要与云端通信的数据以协议打包发送至云平台;云平台检测到设备后,会接收设备的数据,并进行加工,然后分发到移动终端;用户终端将根据业务需求从云端提取数据后展示,完成与用户的交互工作<sup>[2]</sup>。

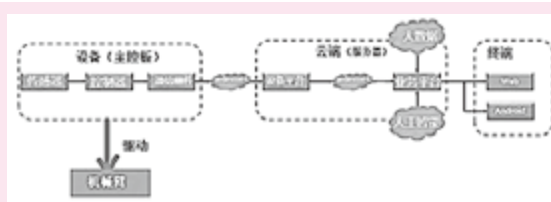


图 1 系统结构设计图

这样,云平台就可以接收来自移动终端的指令,并将指令转发给主板来驱动机械手的运转,实现对抓运机器人的控制。另外,机械手还需要加装陀螺仪传感器,以实现路径的校准和平稳运输。

## 三、系统搭建

### (一) 云平台

收稿日期: 2021-05-07

基金项目: 2020 年武汉职业技术学院教育应用研究课题“基于双师制的液晶显示技术产教融合教学模式研究”(项目编号: 2020YJ012)。

作者简介: 宋露露(1981-),女,湖北武汉人,武汉职业技术学院电子信息工程学院讲师,研究方向: 光电器件、自动控制。

云管理平台可对设备进行云端管理,实现云端服务的接入与分发。本系统使用了“智前沿”云平台,为设备(主板)与终端之间提供数据中转服务。

终端(笔记本、电脑)与云平台的互联,可以用笔记本电脑登陆云服务器后,输入设备的 ID 号,就可以查看该设备信息、设备状态、设备参数,如图 2 所示。android 手机与云平台的互联,需要通过 Java 程序编写生成 APK 文件,并安装在 android 手机上,在新安装的“设备调试”app 界面里,如图 3 所示,输入设备的 ID 号后,除了可以看到设备的基本信息外,还可以将设备主板上的传感器采集的数据,如温度、湿度等,通过云平台实时采集后,分发到手机端,如图 4 所示。

设备编号	设备名称	在线状态	参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7
DC20130166137612	STM32 开发板	在线	69.15	187.94	-	-	-	-	-

图 2 云平台设备信息界面



图 3 设备调试 app 界面图



图 4 实时数据监测

## (二) 硬件设备

### 1. 主控板

主控制板采用 STM32F407ZET6 主芯片,接口如图 5 所示,还拥有 wifi 模块、红外传感器、OLED 显示屏、WIFI 通信、蓝牙 4.0 通信、陀螺仪接口、光敏传感器接口、温湿度传感器等硬件,可满足 LED 指示灯、OLED 屏图文显示、以太网通信、测温、测湿功能。STM32F407ZET6 MCU 是基于 ARM Cortex-M4 的 STM32F4 系列单片机(MCU),采用了意法半导体

的 NVM 工艺和 ART 加速器,在 168MHz 的工作频率下通过闪存执行指令,是基于 Cortex-M 内核的高性能微控制器。

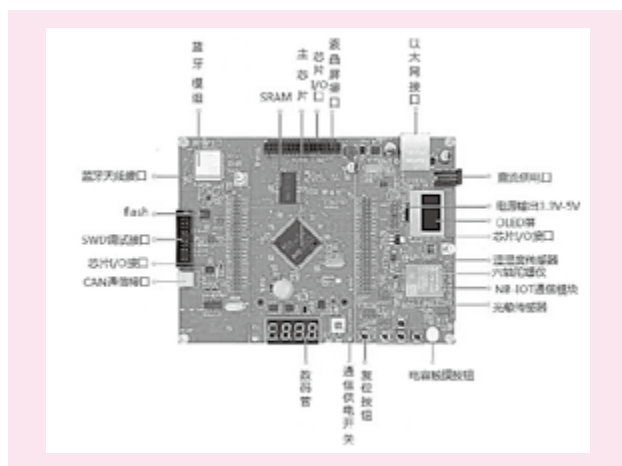


图 5 主控制板结构图

### 2. 机械手

本模型使用六轴机械手,用舵机模拟伺服电机实现关节运动、使用结构件实现机械手主体和电机固定,进而实现抓取、搬运等交互行为。通过单片机编程,主控板可以对机械手进行控制。根据机械手运行的路径,用单片机开发工具 Keil5 对机械手的 6 个关节(舵机)进行编程,包括姿态控制、角速度和角度控制等。

由于机械手是被伺服电机(舵机)驱动的,在抓运过程中不可避免的出现抖动现象,如何弱化抖动呢?在机械手上安装 6 轴陀螺仪传感器。

陀螺仪是一种运动姿态传感器,将它固定安装在机械臂上面,可以测量机械臂运动过程中旋转的角速度<sup>[3]</sup>。6 轴陀螺仪功能更加强大,可以实时检测 XYZ 三个方向的横向加速,还可以检测角度旋转和平衡,检测的数据通过相应的主板模块反馈给芯片,再进行积分计算后将校正值发送给伺服电机,从而实现机械臂的转动控制;在机械臂的直线行走过程中,可以利用它来检测机械臂是否走偏,从而实现机械臂的纠偏控制。用数据线连接好 STM32 单片机和电脑,打开串口调试助手,就可以观察到窗口的陀螺仪传感器数据了,如图 6 所示。

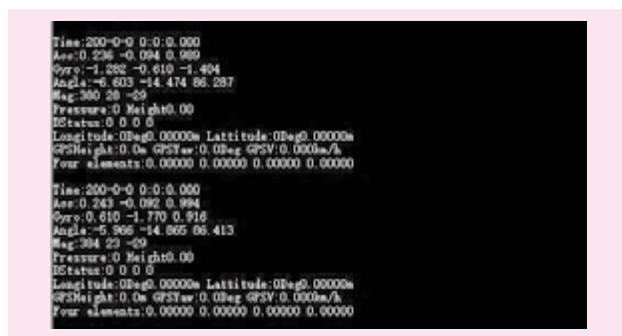


图 6 陀螺仪传感器数据读取

### (三) 系统的通信

模型主体部分的通信如图 7 所示,因此,涉及到接口之间的连接和网络协议问题。



图 7 模型主体部分的通信图

#### 1. 移动端与云平台的 HTTP 通信

移动端(手机)与云平台的通信首先要解决 HTTP 连接的开发。Android 手机系统分为四个层次,从高层到低层分别是应用程序层、应用程序框架层、系统运行库层和 Linux 内核层<sup>[4]</sup>。前面提到的“设备调试”程序就是运行在系统的最表层——应用程序层,它是用 java 语言编写的运行在虚拟机上的程序。因此,移动端的界面开发在 Android Studio 的环境中进行,通过 Java 程序编写和界面调试生成 APK 文件,并安装在手机上。打开 app 软件,输入参数,并对机械手发出指令,相应的参数和指令以 java 程序的形式(如图 8 所示)通过云平台服务器再发送给单片机芯片 STM32,STM32 从 java 程序中获得关键的变量值后,就会调用对应的功能模块,从而实现 java 程序与 C 语言的对接,如图 9 所示,最后实现对机械手的每个舵机的精细操作。



图 8 移动端发送指令的 java 程序



图 9 java 程序与 C 语言的对接

#### 2. 主控板与云平台之间的通信

在硬件层面,需要利用主控板上的 Wi-Fi 通信模块,将其设置成 AP 热点模式,然后在笔记本电脑中打开无线网络连接功能,找到开发板的 SSID 名称,连接即可实现笔记本电脑与主控板的互联。最后,还要对开发板进行 Wi-Fi 配置,打开浏览器输入 192.168.1.1,设置好开发板的 Wi-Fi 模式、并填入当地 Wi-Fi 的 SSID 和密码,就可以连网了。

在软件层面,需要在单片机程序里,找到项目中的 WI-FI 文件夹里的 WI-FI 模组驱动文件(WIFI\_E103\_W02.c)和头文件(WIFI\_E103\_W021.h),然后在主函数中执行 link\_wifi() 来连接 WIFI 热点与服务器,并调用驱动文件(WIFI\_E103\_W02.c),查找到一个全局字符串指针:char \*E103\_W02\_CLIENT=

“AT+SOCK=TCP,CLIENT,39.107.65.176,3003,8887\r\n”,这个指针存放了 WIFI 模组连接服务器的 AT 指令,将指针指向目标服务器的地址。只要变量设置成当地的 WIFI 名和密码,就在调用 Wi-Fi 通信模块时,顺利实现主控板与云平台服务器之间的通信。

硬件和软件的双重设置,可以实现云平台与主控板的互联。

#### 3. 数据传输的通信协议

不论终端与云平台之间,还是云平台与主板之间,都涉及数据传输的网络通信协议。

数据传输的通信协议格式是:帧头+帧类型+设备 ID+校验和+密码+数据区长度+数据区+帧尾组成,数据区的格式如表 1 所示。这样,就可以通过代码将数据存储到数组进行发送了,这个过程就是协议组包,相关代码如图 10 所示。

表 1 数据格式表

数据个数(1 字节)	数据索引(1 字节)	数据内容(1 字节)
0x01-0x20	0x01-0x20	0-0xFFFFFFFF

云服务器发送数据后,接收端解析获取到的数据要根据数据结构表来判断它的有效性。终端将获取到的数据存放于数组,然后再将数据一个个的取出看看是否符合协议要求,这个过程叫做拆包。

#### 4. 传感器的调用

该系统里有温度、湿度、陀螺仪探测器,需要哪种传感器时,必须在单片机的主程序中对其驱动函数进行调用。以温度传感器的方法为例,它的调用方法如下:

// 配置方法,初始化传感器通讯用的 I/O 脚

void 温度传感器驱动文件 \_Config(void);

// 复位方法

Void 温度传感器驱动文件 \_ConReset(void);

```
// 用于获取测量数值的方法
u8 温度传感器驱动文件 _Measure(u16 *p_value,
u8 *p_checksum, u8 mode);
// 针对不同情况计算出相对准确的数据(可参考
```

```
传感器的说明)
void 温度传感器驱动文件 _Calculate(u16 t, u16
rh, float *p_temperature, float *p_humidity);
```

```
// 拼接上传的数据包
//TxBuffer 发送数据的数组 len 忽略, sendData[] 上传数据个数(不
得大于 32)
Int getData(unsigned char *TxBuffer, int*len, uint32_t sendData[], int
dataLen) {
    int i=0;
    int j=0;
    int count=0;
    int ChecksumCursor=0;
// 拼接帧头
TxBuffer[i++]=0x7E;
// 拼接帧类型
TxBuffer[i++]=0x01;
// 拼接设备 ID
count=DEVICE_ID_LEN;
While(count--){
TxBuffer[i++]=DeviceID>>(8*count)&0xFF;
}
// 记录校验和位置
ChecksumCursor=i++; // 数据区无数值, 等添加了数据区再校验
```

```
赋值
// 密码拼接
Count=PWD_COUNT_LEN;
While(count--){
TxBuffer[i++]=UserPwd>>(8*count)&0xFF;
}
// 拼接数据长度(数据区 + 帧尾)
TxBuffer[i++]=1+DataLen*(DATA_LEN+1)+1;
// 拼接数据组个数
TxBuffer[i++]=dataLen;
for(;j<dataLen;j++){
TxBuffer[i++]=i+1; // 数据序号
bigToSmall(TxBuffer, sendData[j], DATA_LEN, &i);
}
TxBuffer[ChecksumCursor]=GetSumCheckNum((char*)TxBuffer,
DATA_FRAME_HEAD_LEN, i);
// 拼接帧尾
TxBuffer[i++]=0x7E;
return I;
}
```

图 10 协议组包的相关程序

#### 四、结论

智能机械手模型系统的设计融合了物联网、云服务、移动终端、传感器等新兴技术,设计了一个云、端、网链式系统,使用主控板的无线通信模块连接终端和云服务器,实现云、端、设备智能交互。在模型设计、实施过程中,发现云平台对于设备的数据采集、存储、处理功能是非常强大的。目前,我国的工业互联网还在建设的初期,还处于资源整合阶段。本文也是对工业互联网系统的模拟和探索,后期还将对云服务器的远程设备排障、程序共享等功能进行探索。

#### 参考文献:

- [1] 陈沛志.自动搬运夹具设计和优化[D].上海:上海交通大学,2012:22-23.
- [2] 魏毅寅,柴旭东.工业互联网:技术与实践[M].北京:电子工业出版社,2017:21-31.
- [3] 张金山.四足步行机器人的3--5R并联腿机构设计与步态规划[D].济南:山东大学,2019:42-44.
- [4] 李昌,李兴.数据通信与IP网络技术[M].北京:人民邮电出版社,2016:30-42.

[责任编辑:刘 骋]

## Research on Micro System of Intelligent Manipulator Based on Cloud

Song Lulu

(Wuhan Polytechnic, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** This paper is a design of intelligent manipulator micro system based on cloud, which is designed as an industrial Internet micro system which include equipment, cloud and end application mode. The system can drive the steering gear to control the manipulator by receiving and sending commands on cloud platform, and the gyroscope sensor is added to realize the smooth operation.

**Key words:** cloud, manipulator, industrial Internet, micro system