



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

高压数字测量系统课程设计

## 中期报告

姓名 谢弘洋

学号 515021910641

同组姓名 孟诗涵 陈晓彤

2018 年 11 月 16 日

|          |                                   |           |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>进度概述</b>                       | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>云服务器搭建</b>                     | <b>3</b>  |
| 2.1      | 云服务器的购买与登录 . . . . .              | 3         |
| 2.2      | 使用 SSH 密钥登录云服务器 . . . . .         | 4         |
| 2.3      | 云服务器端资源安装 . . . . .               | 6         |
| 2.3.1    | Python 安装 . . . . .               | 6         |
| 2.3.2    | Python 虚拟环境和 Python 库安装 . . . . . | 7         |
| <b>3</b> | <b>服务器端程序编写</b>                   | <b>8</b>  |
| 3.1      | TCP 通讯程序 . . . . .                | 8         |
| 3.2      | HTTP 通讯程序 . . . . .               | 8         |
| <b>4</b> | <b>4G 模块的使用</b>                   | <b>9</b>  |
| 4.1      | 网络透传模式 . . . . .                  | 10        |
| 4.2      | HTTPD 模式 . . . . .                | 10        |
| <b>5</b> | <b>PC 端串口程序编写</b>                 | <b>11</b> |
| <b>6</b> | <b>在本地 PC 使用抓包软件进行调试</b>          | <b>13</b> |
| <b>7</b> | <b>后续计划</b>                       | <b>14</b> |
| 7.1      | 正弦数据点的生成与发送 . . . . .             | 14        |
| 7.2      | 服务器端数据点的接收 . . . . .              | 15        |
| 7.3      | 服务器端数据处理 . . . . .                | 15        |
| 7.4      | 服务器端数据的存储与访问 . . . . .            | 15        |

# 一 进度概述

在半个学期的时间里，小组成员利用课余时间，查阅资料、实践探索，在共同努力下使得项目进度稳步推进，目前已经完成的内容如下：

- 1. 搭建云服务器平台，安装及配置服务器框架、资源和端口。
- 2. 云服务器程序的编写，实现了数据接收和进行简单处理的功能。
- 3. 4G 模块的调试和使用，能够通过串口实现和服务器的双向数据收发。
- 4. 在 PC 端编写 Python 程序，实现串口数据发送和接收功能，为下一步大量数据点的发送和接收做好准备。

下面将对各个任务的具体内容以及小组成员所作工作进行简要叙述。

# 二 云服务器搭建

## 1. 云服务器的购买与登录

本小组选择腾讯云作为项目初期使用的云服务器平台，进入腾讯云官方网站（<https://cloud.tencent.com/>），绑定微信登录后，完成在校学生认证后即可以 10 元/月的价格购买指定的服务器套餐，并拥有两次续费机会（每次最长 12 个月）。在购买界面可以选择服务器操作系统，本小组选择了 CentOS 系统，作为 Linux 发行版之一，在网上能找到许多相关的资料和服务器搭建教程，方便学习与实践。



图 1: 控制台安全组菜单

云服务器的正常使用需要首先为其配置安全组，在腾讯云服务器控制台界面进入左侧的安全组菜单，点击新建安全组，由于当前的云服务器仅作为学习探索使用，并没有重要资料，可以直接使用提供的“放通全部端口”的模板。完成安全组创建后，在云主机列表中，选择“更多”操作中的“安全组” -



图 2: 新建与配置安全组

“配置安全组”，选择刚刚创建的安全组；也可以直接选择“安全组”-“一键放通”完成安全组的配置。完成安全组的配置后，即可以选择“登录”操作，初始用户名“root”（最终权限用户），填入购买服务器后收到的密码即可完成云服务器登录。由于初始密码往往复杂且无规律，可以从云主机列表的“更多”操作下选择“密码/密钥”-“重置密码”完成密码重置。

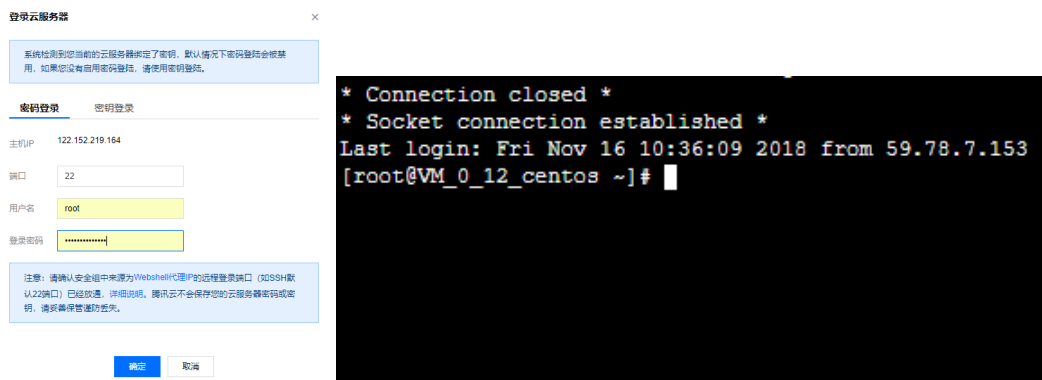


图 3: 登录云服务器

## 2. 使用 SSH 密钥登录云服务器

上述登录云服务器的操作以用户名和密码的方式，通过腾讯云提供的 WebShell 完成，而如果配置了 SSH 密钥，不仅可以更为快捷地完成登录操作，也能够通过各种远程登录工具（如 PuTTY）实现云服务器的登录和相关操作。

首先完成 SSH 密钥的创建和绑定，进入控制台左侧的 SSH 密钥菜单，新建密钥，选择“创建新密钥对”，并下载创建的密钥。之后，首先需要将正在运行的云主机关机，之后同样从“更多”操作中选择“密码/密钥”-“加载密钥”，选择之前创建的密钥名称，完成绑定。此时，再次选择登录操作，选择



图 4: 创建 SSH 密钥

“密钥登录”，在“密钥文件”一栏选择之前下载的密钥文件，即可完成登录。



图 5: 使用 SSH 密钥登录云服务器

而使用 PuTTY 登录云服务器首先需要下载 PuTTY (<https://www.putty.org/>)。完成安装后，首先运行 PuTTYgen，选择“Conversions” - “Import Key”，加入之前下载的密钥文件后，点击“Save private Key”，保存私钥。之后，打开 PuTTY，配置远程会话模板。在“Connection” - “Data”中的“Auto-login username”一栏填入默认用户名“root”；在“Connection” - “SSH” - “Auth”中选择加入之前保存的私钥文件；最后，在“Session”中的“Host Name”中填入服务器的公网 IP 地址，端口选择 22，并保存当前会话，之后即可以直接按照本次配置进行云服务器的登录。点击“Open”即可登录云服务器。

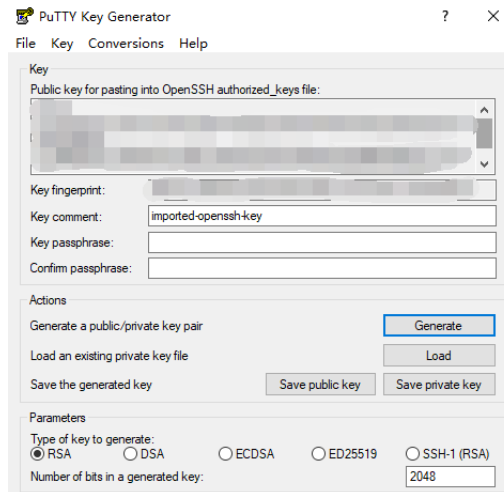


图 6: 生成 SSH 私钥

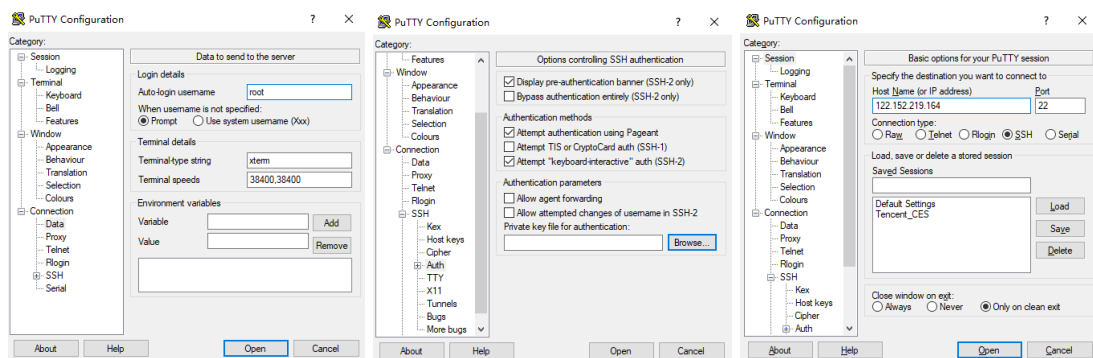


图 7: 配置和打开 PuTTY 会话

### 3. 云服务器端资源安装

#### 3.1 Python 安装

由于最新版本的 Python 和服务端操作系统的尚存在不少兼容性问题，因此选择安装较为成熟的 Python3.6.4 版本。首先进入希望的安装目录：

```
cd ..
cd usr/local
```

之后下载 Python 安装包：

```
wget https://www.python.org/ftp/python/3.6.4/Python-3.6.4.tgz
```

解压安装包：

```
tar -zxvf Python-3.6.4.tgz
```

安装到指定位置（由第二条语句配置）：

```
cd Python-3.6.4
```

```
./configure --prefix=/usr/local/python3  
make && make install
```

配置软连接（相当于环境变量配置，由于 CentOS 已经安装了 Python-2.7，因此需要将 python 命令关联到 Python-3.6.4 上）：

```
ln -s /usr/local/python3 /usr/bin/python
```

此时，在任意位置输入“python”命令，既可以进入 Python 环境。

### 3.2 Python 虚拟环境和 Python 库安装

由于使用 Python 进行 Web 应用的开发需要安装许多的第三方库，为了防止不同项目安装的不同版本的库之间相互干扰，需要在 Python 虚拟环境来对不同项目进行隔离。Python-3 以上版本通过自带的 Pyenv 提供了虚拟环境功能，使得虚拟环境的创建变得较为简单。首先进入存放项目的目录，例如：

```
cd pythonweb
```

之后使用 pyenv 创建虚拟环境：

```
pyenv flasktest
```

该命令即在 pythonweb 目录下新建了 flasktest 目录，该目录即为即将开发的项目，并已经包含了虚拟环境。

虚拟环境的启动由对应目录中的 activate 程序完成：

```
source bin/activate
```

启动虚拟环境后，命令行最前面将出现虚拟环境的名称，表示虚拟环境成功开启。如果需要关闭虚拟环境，只需要在任意位置输入 deactivate 命令即可。

```
deactivate
```

开启虚拟环境既可以在其中安装所需要的 Python 库而不会干扰其他项目，例如使用 pip 安装 flask 库：

```
pip install flask
```

## 三 服务器端程序编写

### 1. TCP 通讯程序

若 4G 模块直接通过 TCP 方式与服务器进行通讯，则需要在云服务器端编写相应的 TCP 通讯程序。Python 提供了 socket 库来完成 TCP 通讯。对应的 Python 程序如下所示：

```
import socket, threading

#创建socket实例
s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
#对本机在公网的IP地址, 5000端口进行监听
s.bind(('0.0.0.0',5000))
#最大连接数
s.listen(5)

def tcplink():
    #创建TCP连接实例
    sock, addr = s.accept()
    sock.send(b'Welcome!')
    #循环接收信息
    while True:
        msg = sock.recv(1024)
        if msg.decode('utf-8') == 'exit':
            break
        sock.send(('Hello,%s'%msg.decode('utf-8')).encode('utf-8'))

#启动TCP连接线程
t = threading.Thread(target = tcplink, args = ())
t.start()
```

### 2. HTTP 通讯程序

由于 4G 模块提供了 HTTPD 模式，因此也可以通过 HTTP 方式实现与服务器端的通讯。使用 flask 来完成 HTTP 的解析任务，因此在 flask 框架下只需要编写相应的数据提取和响应程序即可。

```
from flask import Flask,request
from flask_script import Manager

app = Flask(__name__)
manager = Manager(app)
```



```

@app.route('/')
def index():
    return '<h1>Hello World!</h1>'

#对带有/test的url进行响应
@app.route('/test',methods=['GET','POST'])
def test():
    #请求为GET方式，从url中的args提取数据，关键字为"data"
    if request.method == 'GET':
        msg = request.args.get('data')
    #请求为POST方式，从请求体中获取参数，关键字为"data"
    else:
        msg = request.form.get('data')
    #将请求中附带的数据返回作为相应
    return msg

if __name__ == '__main__':
    manager.run()

```

## 四 4G 模块的使用

使用有人物联网公司的 4G 透明传输模块 USR-LTE-7S4 作为项目中的 4G 模块，该模块支持 TCP 透传和 HTTPD 两种工作模式，支持域名 DNS 解析、套接字分发、心跳数据包等功能。

该 4G 模块能够通过一系列“AT+ 指令”实现对模块工作模式和相应参数的查询和设置，通过连接的串口对模块发送对应的语句即可实现，而在 PC 端，有人物联网公司提供了配套的 USR-G78X 软件，能够直接在 UI 界面上实现对模块的模式和参数设置，能够大大简化模块测试使用阶段的工作，加快和云服务器的通讯功能验证进程。

通过 USB 转串口模块将 4G 模块与 PC 连接后，打开 USR-G78X 软件，选择对应的端口号，选择波特率为 115200，“检验/数据/停止”分别为“None/8/1”，选择“流控”为“None”，之后打开串口。点击“进入配置状态”后，在软件左侧界面完成相应的设置，点击“设置并保存所有参数”，软件自动将对应的 AT 指令发送给模块。设置完成后，点击模块重启，即可完成工作模式和参数的设置。

# 1. 网络透传模式

在网络透传模式下，设置服务器地址为云服务器的公网 IP，端口设置为服务器端 TCP 通讯程序中设置的监听端口，连接类型设置为 TCP、长连接，连接超时设置 5 秒。依次点击“设置并保存所有参数”、“模块重启”后，即可在右下方发送窗口中输入发送的内容，点击发送后可以在右侧中间看到收到的服务器发回的内容。同样，也可以在完成网络透传模式的设置后，点击“关闭串口”，使用其他的 PC 端串口助手实现和服务器端的 TCP 通讯。

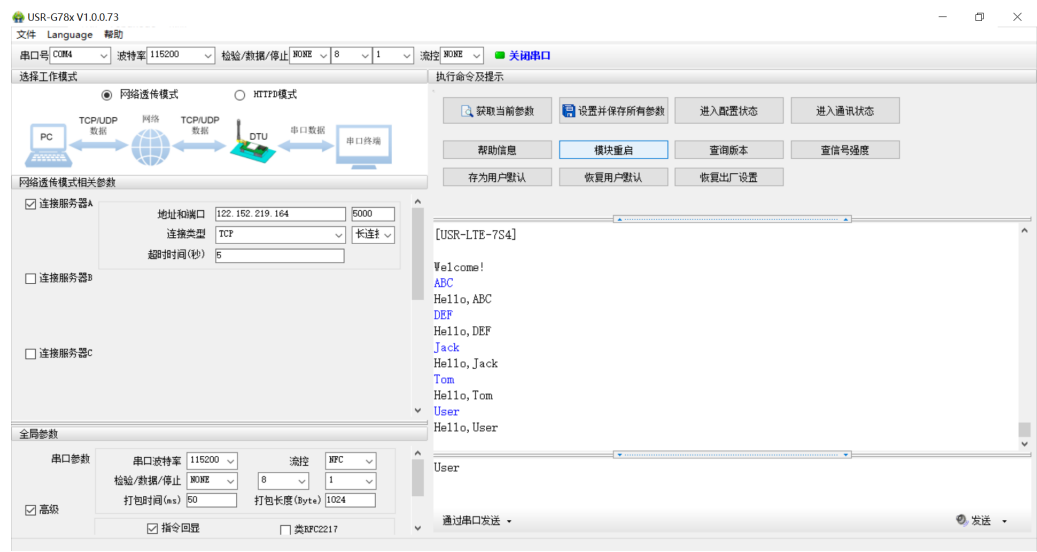


图 8: TCP 网络透传模式



图 9: HTTPD 模式

# 2. HTTPD 模式

选择 HTTPD 模式，选择 HTTP 请求方式为“GET”，HTTP 请求的 URL 为“/test[3F]”，服务器地址为云服务器的公网 IP，端口设置为云服务器

端 flask 框架内设置的端口。依此点击“设置并保存所有参数”、“模块重启”。之后，在软件右下方发送窗口中输入“data=...”，点击发送即可在右侧中部看到服务器端发回的“...”数据。

同样，在完成了 HTTPD 模式的设置后，也可与关闭软件，使用其他的 PC 端串口助手实现和服务器端的 HTTPD 通讯。

## 五 PC 端串口程序编写

通过 4G 模块配套提供的软件或者是其他 PC 端串口助手工具，只能实现手动输入的内容的发送，而如果要进行 2048 个波形数据点的发送、服务器端处理、结果返回的测试，显然从正弦数据点的生成以及数据量的角度都无法通过手动输入的方式实现，因此考虑编写 Python 程序来自动实现测试数据点的生成、通过串口发送以及接收返回结果的功能。

另外，经过反复测试，TCP 透传的方式比 HTTPD 的通讯模式相比，具有更好的稳定性和可靠性，处理和响应的延迟时间也更小，也不会出现得不到服务器端接收不到请求的情况，同时，对于之后 FPGA 的编程，由于 TCP 透传模式只要通过串口给出数据即可，而 HTTPD 模式还需要给出相应的请求头、请求体，因此 TCP 透传模式下的 FPGA 编程也更容易实现，因此首先考虑实现 TCP 透传模式下的波形数据测试。

对于该 Python 程序而言，首先需要实现通过 PC 端串口进行数据的收发，Python 中的 serial 库提供了串口打开、串口设置和串口数据收发的一系列功能，编写程序如下所示。

```
import serial,binascii,_thread

ser = serial.Serial()
i = 0

#打开串口
def port_open():
    ser.port = "com4"          #设置端口号
    ser.baudrate = 115200      #设置波特率
    ser.bytesize = 8          #设置数据位
    ser.stopbits = 1          #设置停止位
    ser.parity = "N"          #设置校验位
    ser.timeout = 0.5          #设置read超时时间
    ser.open()                 #打开串口,要找到对的串口号才会成功
    if(ser.isOpen()):
```

```

        print("打开成功")
    else:
        print("打开失败")

#关闭串口
def port_close():
    ser.close()
    if (ser.isOpen()):
        print("关闭失败")
    else:
        print("关闭成功")

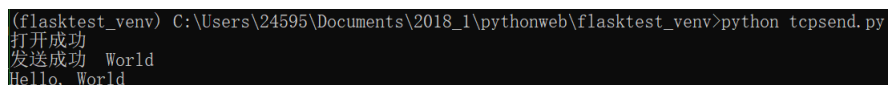
#发送数据
def send(send_data):
    if (ser.isOpen()):
        ser.write(send_data.encode('utf-8')) #utf-8 编码发送
        #ser.write(binascii.a2b_hex(send_data)) #Hex发送
        print("发送成功",send_data)
    else:
        print("发送失败")

#接收数据
def read():
    msg=''
    while True:
        data = (ser.readline()).decode('utf-8')
        msg+=data
        print(msg)

if __name__ == "__main__":
    port_open()
    _thread.start_new_thread(read,())
    send(" World")
    while True:
        i = i+1

```

在 Windows 命令行中运行程序后可以看到串口打开成功和发送成功地提示，以及发送和收到的数据。



```

(flasktest_venv) C:\Users\24595\Documents\2018_1\pythonweb\flasktest_venv>python tcp send.py
打开成功
发送成功 World
Hello, World

```

图 10: PC 端串口程序示例

## 六 在本地 PC 使用抓包软件进行调试

在服务器开发的过程中，如果能够对服务器的端口进行监听和数据抓包，就能够清楚直观地看到服务器端和客户端之间从建立通讯到交换数据的整个过程，对服务器开发过程中的通讯协议、报文格式有更为直观的了解，也能在开发遇到问题时迅速地发现错误所在，加快开发过程。

在 Windows 平台，有着众多的端口代理、监听、抓包、数据分析工具软件，相比于云服务器端，从操作系统到抓包软件乃至网上的教程，对于初学者都更为友好。但在本地 PC 上运行服务器程序时，服务器只具有内网的 IP 地址，在公网上进行通讯的 4G 模块无法和本地 PC 进行通讯，因此需要通过隧道穿透的方式，利用另外的代理服务器，将本地 PC 的某一端口映射到公网 IP 的某一端口。众多公司都提供了这样的内网穿透服务，这里以 Natapp 为例，登录官网完成注册后购买一条隧道，选择隧道类型为 TCP 型，并设置一个可用的公网端口，本地端口设置为服务器程序使用的端口，完成配置后，下载对应客户端和 config.ini 配置文件，将隧道的 authtoken 写入配置文件中，运行客户端程序即完成了内网穿透。

| 序号 | 名称      | 隧道类型    | authtoken   | 隧道协议 | 域名/端口                    | 到期                  | 本月流量                     | 状态 | 配置                 |
|----|---------|---------|---|------|--------------------------|---------------------|--------------------------|----|--------------------|
| 1  | 4G_Test | VIP_2 型 | *****5fd9 <a href="#">显示</a><br><a href="#">点击复制</a> <a href="#">更换</a> | TCP  | tcp://s3.natapp.cc:11233 | 2018-12-10 00:34:25 | 0.01 M <a href="#">▲</a> | 正常 | <a href="#">配置</a> |

图 11: Natapp 隧道购买与配置

```
#将本文件放置于natapp同级目录 程序将读取 [default] 段
#在命令行参数模式如 natapp -authtoken=xxx 等相同参数将会覆盖掉此配置
#命令行参数 -config= 可以指定任意config.ini文件

[default]
authtoken=                #对应一条隧道的authtoken
clienttoken=              #对应客户端的clienttoken,将会忽略authtoken,若无请留空,
log=none                  #log 日志文件,可指定本地文件, none=不做记录,stdout=直接屏幕输出 ,默认为none
loglevel=ERROR            #日志等级 DEBUG, INFO, WARNING, ERROR 默认为 DEBUG
http_proxy=               #代理设置 如 http://10.123.10.10:3128 非代理上网用户请务必留空
```

图 12: config.ini 文件配置

```
Powered By NATAPP      Please visit https://natapp.cn

Tunnel Status          Online

Version                2.3.8

Forwarding              tcp://120.76.210.158:11233 -> 127.0.0.1:5000

Web Interface          Disabled

Total Connections      0
```

图 13: 运行 natapp 客户端程序

此时，只需要在 4G 模块的配置软件中将服务器地址改为 natapp 提供的域名，端口改为设置的公网映射端口，即可实现 4G 模块和本地 PC 之间的通讯。同

时, 下载本地端口监听工具 RawCap, 运行设置监听本地网络端口“127.0.0.1”, 以及指定输出文件名后即可开始监听, 结束后按“Ctrl+C”退出程序, 得到的.pcap 文件可以使用 WireShark 等软件打开, 利用“tcp.port == 5000”这样的过滤器语句进行过滤后即可得到 4G 模块和服务器端的通讯记录。

```
Interfaces:
0. 169.254.204.142 本地连接* 14 Wireless80211
1. 192.168.137.1 本地连接* 15 Wireless80211
2. 192.168.0.105 WLAN Wireless80211
3. 169.254.254.119 蓝牙网络连接 Ethernet
4. 127.0.0.1 Loopback Pseudo-Interface 1 Loopback
Select interface to sniff [default '0']: 4
Output path or filename [default 'dumpfile.pcap']: test.pcap
Sniffing IP : 127.0.0.1
File : test.pcap
Packets : 4
```

图 14: RawCap 配置与使用

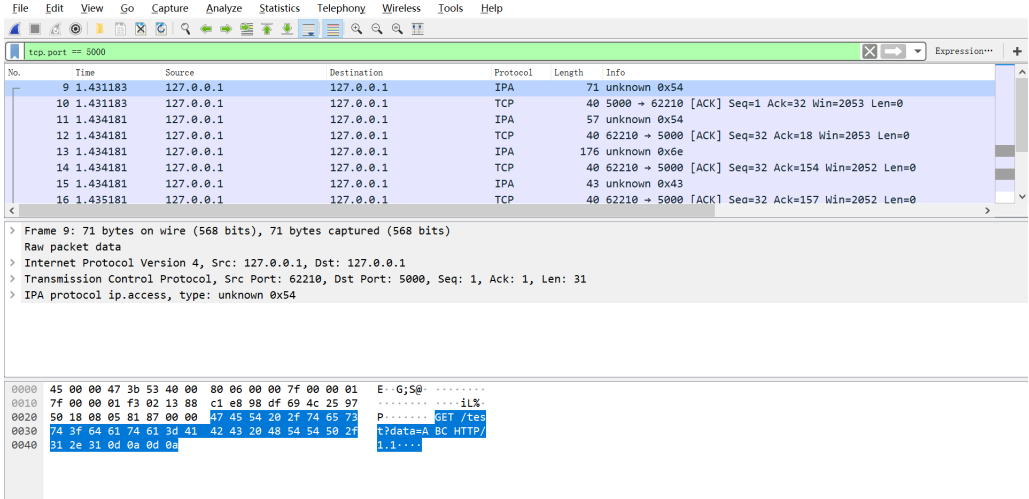


图 15: 抓取数据包示例: HTTP 请求

七 后续计划

通过半个学期的学习与实践, 目前已经基本完成了项目的整体搭建并实现了项目基本功能, 在此基础上, 计划在之后的时间里进行以下的探索与推进。

1. 正弦数据点的生成与发送

在已经编写好的 PC 端串口程序的基础上, 加入按照 ADC 采样的格式生成 16 位、2048 个正弦数据点并进行发送的功能, 也可以加入数据包头等内容, 或者对每个数据点进行编号, 当有数据点传输发生错误时可以有效识别出出错或丢失的数据点, 通过服务器端插值等方式进行补救。

## **2. 服务器端数据点的接收**

在服务器端已有的数据接收程序的基础上，加入接收 2048 个正弦数据点的功能，并且能够对附带的数据包头、数据点序号等信息进行识别，确保数据点的成功接收。

## **3. 服务器端数据处理**

在服务器端编写数据处理程序，通过 FFT 等算法计算得到数据点的相关信息，如幅值、频率、相位等，并将处理结果进行发送与存储。

## **4. 服务器端数据的存储与访问**

在服务器端通过数据库等方式存储每一次计算得到的数据信息，并编写 Web 程序实现通过网页方式访问存储的历史数据的功能，尝试通过列表、图像等方式对历史数据的直观展示，乃至数据的下载功能。