

HTTP协议

HTTP (HyperText Transfer Protocol, 超文本传输协议) 是用于传输超媒体文档 (如HTML) 的应用层协议。它被设计用来通过网络传输数据, 包括文本、图像、音频、视频等。由于其简单且强大的特性, HTTP协议广泛应用于各种场景, 包括工业互联网。

在工业互联网 (Industrial Internet of Things, IIoT) 中, HTTP协议常常用来在设备和云服务器之间进行数据传输。比如, 设备可以使用HTTP协议向服务器发送设备状态、传感器数据, 或接收来自服务器的指令。服务器可以使用HTTP协议接收设备的数据, 或向设备发送指令。

HTTP支持多种方法, 包括GET、POST、PUT、DELETE等, 它们分别对应于不同的操作, 例如获取数据、发送数据、更新数据和删除数据。

HTTP请求和响应都由三部分组成: 起始行、头部和主体。起始行包含了方法、URL和HTTP版本; 头部包含了一些元数据, 如内容类型、内容长度等; 主体则包含了实际的数据。

MIME类型

MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions, 多用途互联网邮件扩展) 是一种用来描述和标记数据内容类型的互联网标准。在HTTP协议中, MIME类型常常用在“Content-Type”和“Accept”头部, 用来表示发送或接收的数据的类型。

MIME类型是由两部分组成的: 大类和小类, 用“/”分隔。例如, 文本文件的MIME类型是“text/plain”, JPEG图像的MIME类型是“image/jpeg”, JSON数据的MIME类型是“application/json”。

在工业互联网中, MIME类型可以帮助设备和服务器正确地处理数据。例如, 如果设备向服务器发送一个JPEG图像, 那么它可以在HTTP请求的“Content-Type”头部中使用“image/jpeg”, 这样, 服务器就知道它需要以图像的方式来处理接收到的数据。

同时, 设备也可以在HTTP请求的“Accept”头部中使用特定的MIME类型, 告诉服务器它希望接收哪种类型的数据。例如, 如果设备只能处理JSON数据, 那么它可以发送一个带有“Accept: application/json”头部的HTTP请求, 这样, 服务器就知道它需要返回JSON数据。

Base64编码在工业互联网中的应用

在工业互联网 (Industrial Internet of Things, IIoT) 的环境中, 传感器和设备经常需要将各种类型的的数据发送到云服务器。这些数据可能包括文本、数字、二进制数据, 以及图片、音频、视频等。然而, 网络传输协议通常设计为最好处理文本数据, 因此对于非文本的二进制数据, 如图片、音频和视频等, 直接传输可能会出现问題。

这时候, Base64编码就能派上用场。Base64是一种基于64个可打印字符来表示二进制数据的表示方法。通过Base64编码, 可以将二进制数据转换为由A-Z、a-z、0-9、+和/这64个字符组成的字符串, 这样, 就可以在只支持文本数据的网络协议中传输二进制数据。

例如, 一个工业相机可能需要将拍摄的图片发送到云服务器。由于图片是二进制数据, 所以相机可以首先将图片数据进行Base64编码, 然后再通过HTTP或MQTT等协议发送到服务器。

Base64编码的基本原理

Base64编码的基本原理很简单。首先, 将每三个字节的二进制数据分成四组, 每组六位。然后, 将这四组数据分别转换为0-63的十进制数。最后, 将这四个十进制数映射到Base64的64个字符中, 得到四个字符的编码结果。

如果原始数据的字节数不是3的倍数, 那么在编码时可以使用填充字符 (通常是“=”) 来补齐。例如, 如果原始数据只有两个字节, 那么编码结果将有三个字符和一个填充字符; 如果原始数据只有一个字节, 那么编码结果将有两个字符和两个填充字符。

图片传输请求示例

工业设备（相机）拍摄照片，经过自动预处理之后，通过http请求将数据发送到云端服务器，服务器时刻监听服务，当收到数据后，使用模型处理接收到的图片，并把数据更新到数据库中。同时，服务器可以接收监控请求信息，监控请求返回统计数据。

上传图片示例

```
POST /api/uploadImage HTTP/1.1
Host: center-server.com/image
Content-Type: multipart/form-data; boundary=----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gw

-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="timestamp"

2023-06-04T08:00:00Z
-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="deviceName"

Factory-Zone1-Device-Sensor
-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="deviceId"

1f346544-027f-11ee-be56-0242ac120002
-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="imageType"

jpg
-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="imageFile"; filename="image.jpg"
Content-Type: image/jpeg


/9j/4AAQSkZJRgABAQEAYABGAAAD/2wBDAAAGBgcqGBBgHBwcJCQgKDBQNDAALDBkSEW8UHROF
Hh0aHBwgJc4nICisIxcwkDcpLDAXNDQ0HyC5PTgyPC4ZNDL/2wBDAQkJCQwLDBGNDRgyIRwh
MjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjiYmjL/wAAR
CAABAAEDASIAAhEBAxEB/8QAHWAAAQUBAQEBAQEAAAAAAAAAAAEAwQFBgcICQoL/8QAtRAAAgEDAWIEAwUFBQAQAAAF9AQIDAAQRBRIhMUEGE1FhByJxFDKBkaEII0KxwRVS0fAkM2JyggkK
FhcYGro1JicokSo0NTY3ODk6Q0RFRkdISUpTVFVWV1hZWmnNkZWznAglc3Rldnd4exqdHiWG
h4ijipKTlJww15izmqkjpkWmp6ipqrKztLW2t7i5usLDXMXGX8jjytLT1NXw19jz2uHi4+t1
5uf06erx8vP09fb3+pn6/8QAHWEEAwEBAQEBAQEBAQAAAAAAAAECAwQFBgcICQoL/8QATREA
AgECBAQBACFBAQAAQJ3AAECAxEEBSExbhJBQUdhCRMioEIFEKRobHBHBCSMZuvAVYNLRChyk
NOEl8RCyGRomJygpjkju2Nzg5OkNERUZHSElKU1RVV1dyWvpjzGVmZ2hpanN0dxZ3eh16goOE
hyAHImKKpoUlzaXMjmaoqOksaanqkmqsRo0tb3uLM6wsPExcbHYmnKOtpU1dbx2Nna4UPk
5ebn6Onq8vP09fb3+pn6/9oADAMBAAIRAxEAPwd3+iigD//2Q==
-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gw--
```

- `POST /api/uploadImage HTTP/1.1` 开始一个新的POST请求，向服务器发送图片。
- `Host: cloud-server.com` 指定了服务器的域名。
- `Content-Type: multipart/form-data; boundary=----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gW` 指定了内容类型为multipart/form-data，并设置了分隔符。
- 每个 `-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gW` 都是一个边界，表示一个新的数据部分的开始。
- `Content-Disposition: form-data; name="timestamp"` 等行定义了表单数据的名字，例如时间戳、设备名、设备编号、图片类型等。

- {Base64-encoded image data} 是Base64编码的图片数据。
- 请求结束的标志是 -----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw--，注意这个边界和其他的边界有所不同，它的后面多了两个破折号（--）。

服务器处理结果response

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: IndustrialCloudServer/1.0
Date: Mon, 04 Jun 2023 09:01:15 GMT
Content-Type: multipart/form-data; boundary=----
WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw

-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="timestamp"

2023-06-04T09:01:15Z
-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="deviceName"

Factory-Zone1-Device-Sensor
-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="deviceUUID"

1f346544-027f-11ee-be56-0242ac120002
-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="imageType"

jpg
-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="resultImage"; filename="result.jpg"
Content-Type: image/jpeg

/9j/4AAQSkZJRgABAQEAYABgAAD/4QBARXhpZgAASUkqAAgAAAABAGmHBAABAAAAGgAAAAAA
AAACAAKgCQABAAAAQAAAAOgCQABAAAAQAAAAAAAD/2wBDAAMCAgMCagMDAwMEAwMEBQgF
BQEQBQoHBWYIDAoMDASKCwsNDhIQDQ4RDgsLEBYQERMUFRUVDA8XGBYUGBIUFRT/2wBDAQME
BAUEBQkFBQkUDQSnFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQkFBQk
FBQkFBQkFBT/wAARCAABAAEDASIAAhEBAXEB/8QAHwAAQUBAQEBAQEAAAAAAAAAAAECAwQF
BgICQoL/8QAtRAAAgEDAwIEAwUFBAQAAAF9AQIDAAQRBRIhMUEGE1FhByJxFDKBkaEII0Kx
wRV50fAKM2JyggkKFhcYGRolJicoKSo0NTY3ODk6Q0RFRkdISUpTVFVWV1hZWmNkZWZnaGlq
c3R1dnd4eXQhIWhGh4ijipKTlJWWl5iZmqKjpKWmp6ipqrKztLW2t7i5usLDxMXGx8jJytLT
1NXW19jZ2Uhi4+Tl5ufo6erx8vP09fb3+Pn6/8QAHwEAAwEBAQEBAQEBAQAAAAAAAAECAwQF
BgICQoL/8QAtREAAGECBAQDBACFBAQAAQJ3AAECAxEEBSExBhJBUQdhcRMiMoEIFEKRobHb
CSMzUVAVVnLRChYkNOEl8RCYGRomJygpKjU2Nzg5OkNERUZHSElKU1RVVldYWVpjZGVmZ2hp
ann0dXZ3eHl6goOEhYaHiImKkpOUlZaXmJmaoqOkpaanqKmqsrO0tba3uLm6wsPExcbHyMnK
0tPU1dbX2Nna4uPk5ebn6Onq8vP09fb3+Pn6/9oADAMBAAIRAxEAPwD8qqKKKAP/2Q==
-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw
Content-Disposition: form-data; name="result"

Image processed successfully
-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw--
```

- HTTP/1.1 200 OK：这是HTTP响应的起始行，表示HTTP版本为1.1，响应的状态码为200，状态码的文本解释为OK。
- Server: IndustrialCloudServer/1.0：此行表示服务器的名称和版本。
- Date: Mon, 04 Jun 2023 09:01:15 GMT：此行表示此响应消息的时间戳。

- `Content-Type: multipart/form-data; boundary=----`
`WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw`: 此行定义了HTTP响应的内容类型是 `multipart/form-data`, 并且设定了数据分隔符。
- 后续的 `-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw` 表示每个数据部分的起始。
- `Content-Disposition: form-data; name="timestamp"` 等行定义了每个部分的名字, 如时间戳、设备名称、设备编号、图片类型和处理后的图片。
- `{Base64-encoded image data}` 是处理后的图片数据, 该数据使用Base64编码。
- `Content-Disposition: form-data; name="result"` 定义了处理结果的部分名。
- `Image processed successfully` 表示处理结果的具体信息。
- `-----WebKitFormBoundary7MA4YwxkTrZu0gw--` 表示响应内容的结束, 注意它与其他边界的不同之处在于它后面多了两个破折号 (--)。

管理者API

```
GET /api/queryDeviceResults HTTP/1.1
Host: cloud-server.com
Authority: Bearer
eyJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJleHAiOjE2ODU4NTA3MTguMzY0MzksIm1hdCI6MTY4NTg0NzExOC4zNjQzODYSIm1zcyI6ImNoYXJ0ZXJ2ZXJMYWliZXJ0IiwibmJmIjo6Njg1ODQ3MTE4LjM2NDM4OCwidXNlc19pZCI6MCwidXNlc1cm5hbWUiOiJBin0.rxLLNm2vbUXWEyE3_0aYpVuJADCF0qjM_p_RFCOM8ZM
```

返回数据

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: IndustrialCloudServer/1.0
Date: Mon, 04 Jun 2023 09:01:15 GMT
Content-Type: application/json

{
  "code": 0,
  "data": [
    {
      "timestamp": "2023-06-04T08:00:00Z",
      "deviceName": "Factory-Zone1-Device-Sensor",
      "deviceUUID": "1f346544-027f-11ee-be56-0242ac120002",
      "hasDefect": false,
      "imageUrl": "http://cloud-server.com/images/processed/1.jpg"
    },
    {
      "timestamp": "2023-06-04T08:05:00Z",
      "deviceName": "Factory-Zone2-Device-Sensor",
      "deviceUUID": "1f346544-027f-11ee-be56-0242ac120003",
      "hasDefect": true,
      "imageUrl": "http://cloud-server.com/images/processed/2.jpg"
    }
  ]
  // 更多数据项...
}
```

- `HTTP/1.1 200 OK`: 这是HTTP响应的起始行, 它表示使用的HTTP版本为1.1, 响应状态码为200, 状态码的文本解释为OK。
- `Server: IndustrialCloudServer/1.0`: 此行表示响应的服务器名称及其版本。

- `Date: Mon, 04 Jun 2023 09:01:15 GMT`: 此行表示响应生成的时间。
- `Content-Type: application/json`: 此行表明了响应数据的媒体类型是JSON格式。
- `{}` 内的内容是响应的主体, 包含的是JSON格式的数据。
- `"code": 0`, 表示响应的状态码, 0通常表示请求处理成功。
- `"data": [...]` 这部分包含了请求的实际数据, 是一个数组。数组中每个元素都是一个对象, 每个对象包含了时间戳 (timestamp)、设备名 (deviceName)、设备编号 (deviceUUID)、是否有缺陷 (hasDefect) 以及图片链接地址 (imageUrl) 等信息。