

南開大學

数字逻辑课程实验报告

智慧消防物联网虚拟仿真实验报告



学 院 网络空间安全学院
专 业 信息安全
学 号 2211044
姓 名 陆皓喆
实验日期 2023 年 10 月 9 日

一、实验目的

- 1.深入理解物联网工程项目的一般开发流程。
- 2.掌握物联网的基本构造，包括感知层、传输层、应用层的运作原理，建立全面的物联网系统设计理念。
- 3.深刻理解物联网感知层、传输层、应用层的含义和作用。
- 4.基于虚拟仿真平台进行虚拟消防演练，学习一些常见的消防常识。

二、实验原理

物联网的体系结构可以分为三层：**感知层、网络层和应用层**。

（一）感知层

感知层主要完成信息的采集、转换和收集，包括信息采集和通信子网两个子层。感知层的主要组成部件有传感器和传感器网关。智慧消防系统自动采集消防系统中各类数据信息，实现智慧消防物联网节点中的温度、湿度、烟感等各项数据的获取及上传。传感节点的结构设计主要包括：处理器、传感器、通信模块、电源供电等单元。

（二）网络层

网络层主要完成信息传递和处理。感知层获取信息后，依靠网络层进行传输。目前网络层的主题是互联网、网络管理系统和计算平台，也包括各种异构网络、私有网络。网络层主要包括 NB-IoT、Lora、ZigBee等多种网络通信与组网技术。

（三）应用层

应用层主要完成数据的管理和数据的处理，并将这些数据与行业应用相结合。应用层是物联网和用户的接口，能够针对不同用户、不同行业的应用，提供相应的管理平台 and 运行平台并与不同行业的专业知识和业务模型相结合，实现更加准确和精细的智能化信息管理。应用层应包括数据智能处理子层、应用支撑子层，以及各种具体物联网应用。应用层作为物联网技术与消防专业技术的深度融合，结合行业需求实现消防的智能化，消防物联网应用层利用分析处理后的感知数据，为用户提供丰富的特定服务。

三、实验内容

(一) 感知层

任务一：基于LoRa的烟感无线传感节点的虚拟设计实验

目标：基于 LoRa 通信模组，完成烟感探测节点的自由组装及搭建。

器件选择与参数设定：

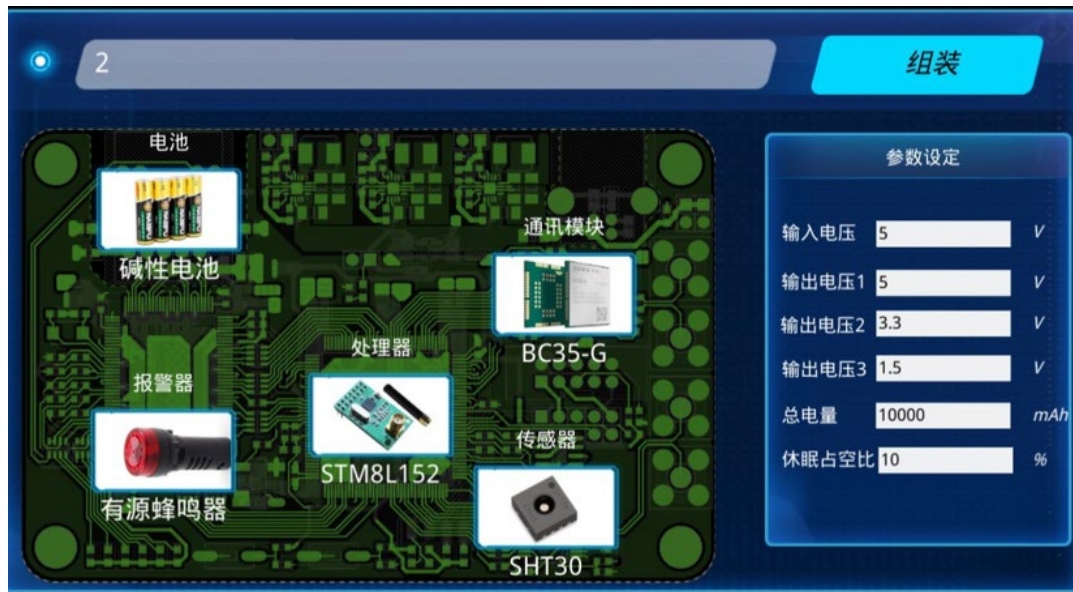
根据实验目标，通讯模块选择基于 LoRa 的 SX1278；传感器选择光电+迷宫（烟雾传感器）；处理器选择小功率处理器 STM8L152，再选择碱性电池和有源报警器，并根据电池、报警器等器件的电压设计实验参数，使得参数在所有器件的允许范围之内，以防损坏器件或影响实验。

实验主要部件设计如下：



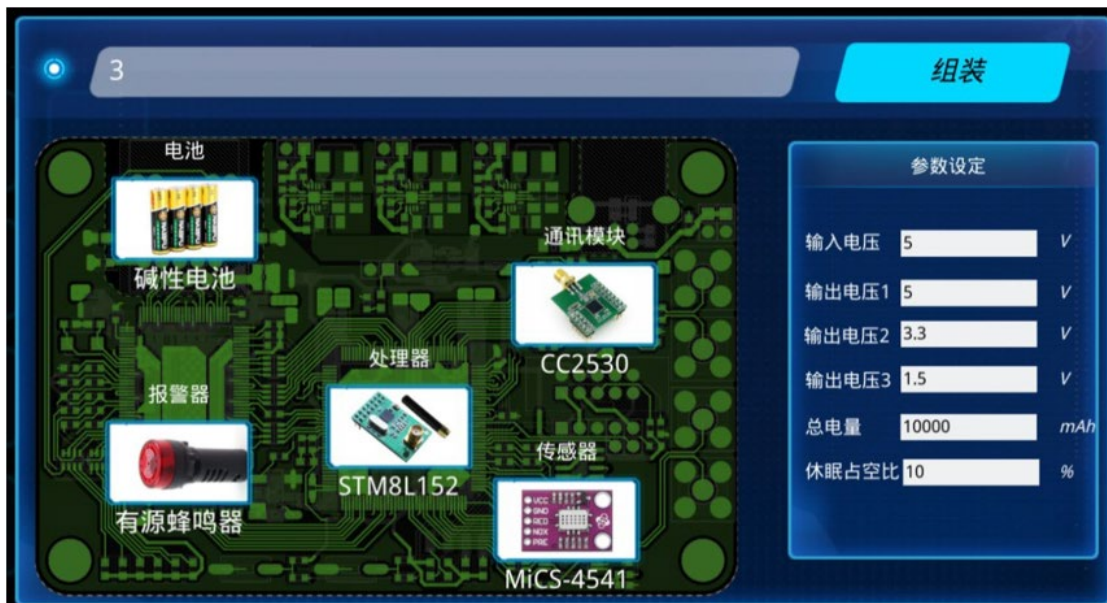
任务二：基于 NB-IoT 的温湿度无线传感节点的虚拟设计实验

实验设计思路与任务一相同，实验设计如下：



任务三：基于 ZigBee 的有害气体无线传感节点的虚拟设计实验

实验设计思路与任务一基本相同，实验设计如下：



任务四：基于不同通信模组的其他无线传感节点的虚拟自主设计实验

根据实验要求，选择 6 种不同通讯模块，相同传感器的无线传感器，其余器件选择和参数设计与任务一思路相同。

实验设计如下图所示：



(二) 传输层

任务一：实验室场景物联网组网及通信协议的虚拟设计实验

我们分别选择 Lora、Lora-4G、TCP、MQTT 来进行实验。

(1) 网络框架与组网方式：

LoRa 是远距离无线电 (Long Range Radio)，是 semtech 公司创建的低功耗局域网无线标准，它最大特点就是在同样的功耗条件下比其他无线方式传播的距离更远，实现了低功耗和远距离的统一，它在同样的功耗下比传统的无线射频通信距离扩大 3-5 倍。LoRa 具有远距离、易于建设和部署、延长电池寿命、低成本的优点，并且体积小、功耗低、传输距离远、抗干扰能力强，因此实验室场景选择 LoRa 网络框架和组网方式。

(2) 传输层通信协议：

TCP 传输控制协议 (TCP, Transmission Control Protocol) 是一种面向连接的、可靠的、基于字节流的传输层通信协议。

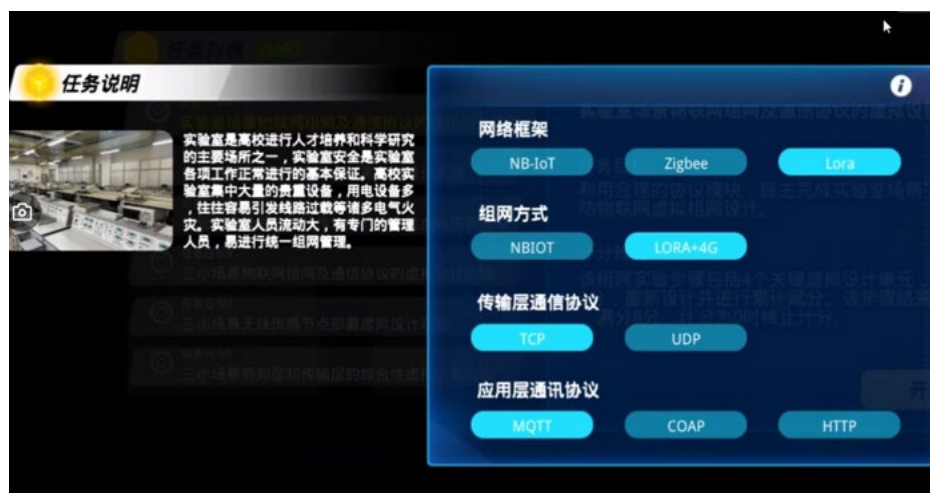
TCP 旨在适应支持多网络应用的分层协议层次结构。 连接到不同但互连的计算机通信网络的主计算机中的成对进程之间依靠 TCP 提供可靠的通信服务。

TCP 假设它可以从较低级别的协议获得简单的，可能不可靠的数据报服务。原则上，TCP 应该能够在从硬线连接到分组交换或电路交换网络的各种通信系统之上操作，TCP 提供了数据的确认和数据重传的机制，保证发送的数据一定能到达通信的对方，具有安全可靠的优点，因此在实验场景中选择 TCP。

（3）应用层通信协议：

MQTT 是一个基于客户端-服务器的消息发布/订阅传输协议。MQTT 协议是轻量、简单、开放和易于实现的。MQTT 协议是为大量计算能力有限，且工作在低带宽、不可靠的网络的远程传感器和控制设备通讯而设计的协议，具有小型传输，开销很小（固定长度的头部是 2 字节），协议交换最小化，以降低网络流量的特点，所以适用于实验室条件。

选择情况如下所示：



任务二：实验室场景无线传感节点部署虚拟设计实验

首先，我们需要组装无线传感器，选择基于 LoRa 类型的通信模块，分别组装烟雾传感器、温度传感器、有害气体传感器这三种传感器（具体组装方法在前面的感知层中有解释）。

其次，根据传感器的功能，将传感器安装在指定位置，如下图所示：



任务三：实验室场景感知层和传输层的综合性虚拟仿真实验

通过系统来模拟火灾现场的实际情况，检测所安装传感器的运作情况。



任务四：三小场景物联网组网及通信协议的虚拟设计实验

(1) 网络框架与组网方式：

NB-IoT 聚焦于低功耗广覆盖（LPWA）物联网（IoT）市场，是一种可在全球范围内广泛应用的新兴技术。其具有覆盖广、连接多、速率低、成本低、功耗低、架构优等特点。并且具有广覆盖、具备支撑连接的能力、更低功耗、更低的模块成本的特点。三小场景即商铺、批发市场和娱乐场所中，用户分散需要部署范围大，覆盖面广。所以我们选择 NB-IoT 的网络框架和组网方式。

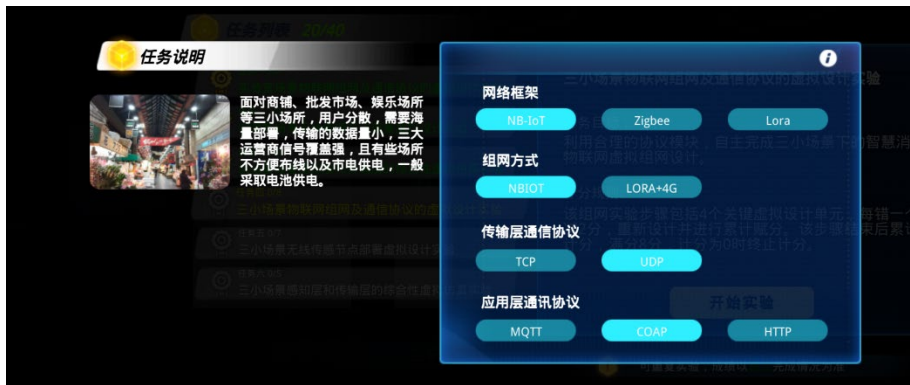
(2) 传输层通信协议：

UDP，用户数据报协议（UDP，User Datagram Protocol）。UDP 的特性：它不属于连接型协议，因而具有资源消耗小，处理速度快的优点，采用 UDP 进行通信时不用建立连接，可以直接向一个 IP 地址发送数据，但是不能保证对方是否能收到。当对网络通讯质量要求不高的时候，要求网络通讯速度能尽量得快时就选择 UDP 通信协议。

(3) 应用层通信协议：

CoAP(Constrained Application Protocol, 受限应用协议)协议是一种在低功耗低速率的设备上实现物联网通信的应用层协议。三小场景不方便布线和市电供电，而 CoAP 适用于低功耗受限设备，故采用 COAP 应用层协议。

选择情况如下所示：



任务五：三小场景无线传感节点部署虚拟设计实验

首先，组装无线传感器，选择基于 NB-IoT 类型的通信模块，组装烟雾传感器、温度传感器、有害气体传感器这三种传感器（具体组装方法在感知层中有解释）。

其次，根据传感器的功能，将传感器安装在指定位置，如下图所示：



任务六：三小场景感知层和传输层的综合性虚拟仿真实验

模拟火灾现场的实际情况，检测所安装传感器的运作情况。

运行情况如图所示，发现火灾发生时，温度升高，触发报警，试验成功。



（三）应用层

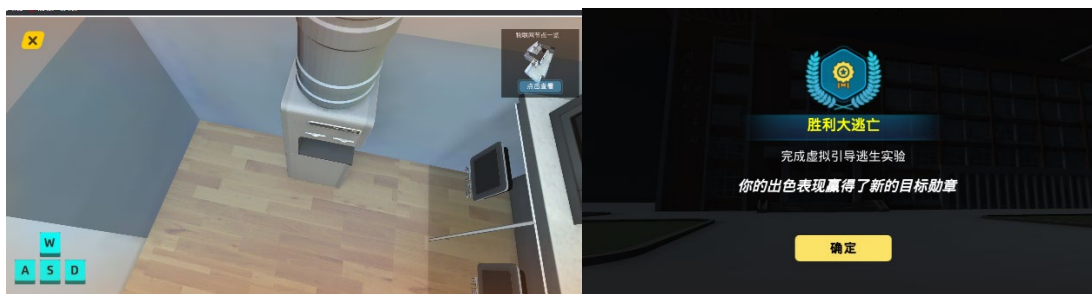
任务一：智慧消防物联网虚拟电气火灾应急处理实验

通过模拟多种火情（火源位置、蔓延速度等），虚拟验证智慧消防物联网系统应急处理电气火灾的能力。



任务二：智能消防物联网虚拟引导逃生实验

通过模拟多种火情（火源位置、蔓延速度等），在智慧消防物联网系统的引导下，成功逃离火灾现场。



(四) 实验得分



四、感想与收获

物联网是一个基于互联网、传统电信网等的信息承载体，它让所有能够被独立寻址的普通物理对象形成互联互通的网络。而智慧消防与物联网结合，搭建虚拟仿真平台，可以模拟组装、布置无线传感器，虚拟演示火灾发生的情况，进而解决如何应对火灾情况，选择最优逃生策略和逃生线路问题。通过本次实验，我感受到了虚拟仿真的便捷性以及高效性，在电脑上即可完成相应的任务以及学习。

本次实验中感受到的智慧消防物联网的几点好处：

第一是可以虚拟演示火灾发生情况，模拟高危极端环境，为应用环境或者应用案例；

第二是物联网可以结合人工智能大数据分析,使人工智能在从大量的物联网数据中“学习”时能够做出快速的决策,能够及时上报火情并进行火情原因分析,具有实际的利用价值。

五、拓展思考

选择的问题: 对比分析 TCP、UDP、Coap、MQTT 等多种网络通信协议的优缺点, 说明在智慧消防领域中, 不同设备的应用场景不同, 如何选择最优的方案?

1.TCP协议: TCP协议是一种面向连接的、可靠的、传输速度慢、基于字节流的传输层通信协议。

优点:

- (1) 是面向连接的;
- (2) 可以提供可靠的数据传输服务;
- (3) 能够提供流量控制;
- (4) 可以提供拥塞控制;
- (5) 可以提供全双工通信;
- (6) TCP是面向字节流的;
- (7) 可以对IP数据包进行分割和组装。

缺点: 通过IP协议并不能清楚了解到数据包是否顺利的发送给目标计算机。

应用场景: 能够为要求可靠性的应用层协议提供服务, 如文件传输、邮件收发、网页浏览、远程登录等。

2.UDP协议：用户数据包协议（User Datagram Protocol）

优点：UDP协议因其简洁性而备受青睐，同时也提供了相对较高的效率。对于那些对可靠性要求不高但对实时性需求较高的应用来说，UDP协议是一种理想的选择。在实际应用中，UDP常常被用于传输音频和视频数据，以其高效且实时的特性满足了这些高带宽需求的应用场景。

缺点：UDP协议并不提供数据丢失、错误或接收顺序与发送顺序不一致的保证。这意味着UDP传输是一种尽力而为的方式，不提供可靠的数据传输服务，因此无法确保数据的完整性或有序性传输。

应用场景：对实时性要求比较高的应用提供服务，如传输音频和视频。

3.Coap协议：CoAP (Constrained Application Protocol)，受限应用协议，应用于无线传感网中协议。

优点：CoAP协议非常小巧，最小的数据包仅为 4 字节。

缺点：非长连接通信，适用于低功耗物联网场景。

应用场景：CoAP是一种简化了HTTP协议的RESTful API，是6LowPAN协议栈中的应用层协议，特别适用于在资源受限的IP网络中进行通信。

4.MQTT协议：MQTT（Message Queuing Telemetry Transport，消息队列遥测传输协议）是一种基于客户端-服务器交互模式的发布/订阅（publish/subscribe）通讯协议，其特点在于轻量级，便于在各种网络环境下进行高效传输。

优点：低带宽、云端。

缺点：MQTT 协议不提供对消息类型的标记或其他元数据，以确保客户端理解消息的目的。尽管 MQTT 消息可用于任何目标，但所有客户端必须了解用于通信的数据格式。

应用场景：在低带宽、不可靠的网络下提供基于云平台的远程设备的数据传输和监控。

智慧消防领域：

1. 对可靠性要求高的，可以考虑选择 TCP 协议；
2. 对实时性要求高的，考虑选择 UDP 协议；
3. 需要小巧的协议，建议考虑选择 Coap 协议；
4. 对低带宽、云平台有要求的可以考虑 MQTT 协议。