

Shattuckite

测试报告

SHADOC-004,STR, 第五组

版本 v0.0-STR-5-gf8797cd

表 1： 分工说明

小组名称	lemon	
学号	姓名	本文档中主要承担的工作内容
16231275	刘瀚骋	负责第 1, 2, 3, 6 节及第 4, 5 节中和单元测试有关部分的编写
16061053	孟巧岚	负责 4, 5 节中和集成测试有关部分的编写
16061069	许文广	
16061044	张起铭	
16061136	邓健	

表 2： 版本变更历史

版本	提交日期	主要编制人	审核人	版本说明
v0.0-STR-5-gf8797cd	2019-06-09 21:48	LiuHanCheng <2463765697@qq.com>	CNLHC	1. 增加了软件修改建议 2. 更新了封面文档代号以及成员分工
v0.0-STR-4-g5764572	2019-06-09 21:32	LiuHanCheng <2463765697@qq.com>	CNLHC	1. 新增 9 个集成测试用例 2. 修改了错用的术语
v0.0-STR	2019-06-04 09:18	LiuHanCheng <2463765697@qq.com>	CNLHC	更新测试结果评价内容

Contents:

1	范围	3
1.1	项目概述	3
1.2	引用	4
1.3	术语及缩略词	4
2	需求概述	6
2.1	META-需求概述	6
2.2	用例简述	6
3	测试准备	9
3.1	测试方法	9
3.2	测试时间安排	9
3.3	测试环境	9
4	测试用例	10
4.1	单元测试用例	10
4.2	集成测试用例	22
5	测试结果	41
5.1	单元测试结果	41
5.2	集成测试结果	41
6	测试结果分析	44
6.1	总体评估	44
6.2	测试环境的影响	45
6.3	改进建议	45
7	Indices and tables	46
	References	46

1 范围

1.1 项目概述

shattuckite 项目首先作为 2019 年《软件工程》课程的课程设计，用于帮助开发团队获取这门课程的学分。

本项目旨在面向家庭及小型民用建筑物，提供一个可以通过手机及计算机远程访问环境数据及控制机电设备的计算机系统。

本系统将允许用户将若干设备连接至一个嵌入式终端，并通过手机或计算机获取信息或控制设备行为。

嵌入式终端是一个拥有嵌入式 CPU 的硬件实体。它拥有一定的计算能力，并可以通过以太网和云端服务器进行数据交互。

典型的设备包括物理量传感器和执行器。物理量传感器包括温度/湿度/空气质量等能够产生离散时间信号的设备，执行器包括继电器/线性导轨等能改变物理世界状态的设备。

设备到嵌入式终端的连接指的是设备通过有线或无线信道，通过一定的中继装置，建立与嵌入式终端的数据交互通路。有线信道包括运行 USART 协议的 RS232 总线，无线信道包括 LoRa，Wifi。中继装置包括 Lora 网关或 Wifi 网卡。

信息至少包括

1. 传感器产生的数据
2. 执行器的状态
3. 当前系统事件

控制设备指改变配置或改变状态。改变配置指改变传感器或执行器的行为，例如数据持久化的策略/数据更新的速率/事件产生的条件等。改变状态特指改变执行器的状态。

1.2 引用

1.3 术语及缩略词

缩写及相应全称

表 3：缩写及相应全称

缩写	全称
Lora	Long Range
IOT	Internet Of Things
NB-IOT	Narrow-Band IOT
REST	Representational State Transfer
RPC	Remote Procedure Call
RS232	Recommended Standard 232
USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter
M2M	Machine to Machine
C/S	Client/Server Pattern
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
RESTful	Representational State Transfer
MVVM	Model-View-ViewModel
QOS	Quality of service

术语消歧

本节列出本文档中使用到，并可能出现歧义术语，对这些术语做简要的解释并列出参考资料，以期消除歧义。

Publish-Subscribe Pattern

一种软件架构模型，中文名可能是 代理模式或是 订阅者-发布者模型。

本文档中亦可能将这种模型称为 **Broker Pattern**

与该模型相关的术语包括 **Broker**，**Publisher**(发布者)，**Subscriber**(订阅者)，**Topic**

更多信息请参考 [\[BJ87\]](#)。

Pipe-filter Pattern

一种软件架构模型，中文名可能是 管道或过滤器模型。

与该模型相关的术语包括 **Source** (数据源)，**Sink**(数据汇)，**filter**(数据过滤器)

本文档中，为了兼容:ref:akka-stream 规范 **Filter** 与 **Flow** 同义

更多信息请参考 [\[Sha95\]](#)

Client-Server Pattern

一种软件架构模型，中文名可能是 服务器/客户端模型。

与该模型相关的术语 **Client**(客户端) **Server**(服务器)。

更多信息请参考 [\[BCT04\]](#)

RESTful

一种软件架构模型，定义了一系列创建 **Web** 服务时的规范。

更多信息请参考 [\[PWA14\]](#)

Model-View-ViewModel Pattern

一种软件架构模型。可能没有中译名，国内常使用其简写 **MVVM**

和 **MVVM** 有关的术语包括 **Data Binding**，**View**，**ViewModel**，及 **Model**。本文档中将使用两种具体的 **Data Binding**，包括 **Properties**(属性) 和 **Event Callbacks**(事件回调)

本项目将使用 **MVVM** 架构构建用户界面。

更多信息请参考 [\[And12\]](#)

2 需求概述

2.1 META-需求概述

本节对项目需求进行简述，列出了用例名称以及用例简述。本节的数据来自《shattuckite-需求文档》。

2.2 用例简述

用例：登陆控制程序

用户位于任何位置，使用手机或计算机访问控制程序。程序弹出登陆页面，并检查用户是否曾经选择保存账号或密码，如果保存，则直接使用保存的账号和密码进行鉴权；否则，提示用户输入账号和密码后进行鉴权。登陆成功后，用户应该看到程序跳转到了控制程序主页面。

用例：概览系统情况

用户位于控制程序主页面。用户浏览主页面获取当前系统的运行状况，信息包括

1. 系统的工作状态
2. 当前未处理报警

主页拥有导航至其他页面按钮，其他页面包括

1. 监控数据
2. 历史事件
3. 管理设备
4. 操作执行器
5. 用户详情

用例：处理未处理事件

用户处理主页面中的未处理事件。用户可将事件设置为已处理，事件处理后将不再主页面中显示。控制程序记录处理人账号和处理时间。用户可以点击历史事件按钮，查看已处理事件。

关于事件的数据类型，可参见事件

用例：查看传感器数据

查看传感器数据操作存在两种类型：

1. 查看实时监控数据
2. 查看历史监控数据

用户可以选择需要查看的数据类型。页面拥有返回至主页面的按钮。

关于传感器数据的定义，参见 传感器数据

用例：实时监控数据

实时监控数据表现形式是折线图，用户添加传感器使传感器数据表现在折线图中，用户移除传感器使传感器数据不在折线图中，实时监控数据页面拥有返回至【查看监控数据】的按钮。

用例：历史监控数据

历史控数据默认表现形式是表格，表格的一组数据包含一个时间点所有传感器数据，用户可以通过操作使历史数据以折线图呈现，用户可以删除历史监控数据历史监控数据页面拥有返回至【查看监控数据】的按钮。

用例：查看历史事件

用户位于任何位置，使用 手机或 计算机访问控制程序并已经完成登陆进入历史事件页面。用户希望从历史事件页面获取系统的历史事件，用户希望获得的历史事件信息包括

1. 时间
2. 描述
3. 处理用户

用户希望能够删除特定历史事件。历史事件页面拥有返回至主页面的按钮。

用例：管理设备

管理设备包含的操作：

1. 管理传感器

用户可以在本页面选择操作类型管理设备页面拥有返回至主页面的按钮。

用例：添加传感器

用户希望向家庭监控系统内添加新的传感器。用户需要按照用户手册，完成传感器的硬件连接。系统应该具有自动发现新硬件的能力。用户完成传感器的硬件连接后，系统应该自动识别新增硬件，并在 管理传感器相关的 GUI 页面中列出新添加的传感器。

用例：管理传感器

页面应该列出当前连接在系统上的传感器，并具有过滤传感器的功能。用户可以选择某个传感器，对其进行进一步设置。管理传感器页面拥有返回至 管理设备的按钮。

用例：设置传感器报警逻辑

用户进行 ‘ ‘ 管理传感器 ‘ ‘ 操作。用户可以通过 GUI，设置传感器报警的逻辑。用户可以设置两种报警逻辑，分别是当传感器的数据：

1. 发生变化时
2. 位于某个范围时

系统自动产生一个警报事件并通知用户。用户可以结合使用场景，为不同的传感器设置不同的报警逻辑以满足不同场景的需求。例如，用户可以将一个安装在防盗门上的干簧管传感器设置为 数据发生变化 `` 时报警，以实现监测是否有人闯入屋内；可以将安装在屋内的温度传感器设置为 `` 位于某个范围时报警，以实现远程监控屋内的气温是否过高并据此做出是否打开空调的决策。

用例：触发报警事件

由于被监控物理量发生变化，传感器产生了某个事件，且该事件的级别大于报警级别。服务器向用户推送信息，告知用户报警事件的发生。服务器通过 ‘ ‘ 邮件 ‘ ‘ (通用平台) 和 ‘ ‘ 事件中心 ‘ ‘ (Android 平台) 向用户推送信息。

用例：添加执行器

用户希望向家庭监控系统内添加新的执行器。用户需要按照用户手册，完成执行器的硬件连接。系统应该具有自动发现新执行器的能力。用户完成执行器的硬件连接后，系统应该自动识别新增硬件，并在 操作执行器相关的 GUI 页面中列出新添加的执行器。

用例：操作执行器

页面应该列出系统中当前可用的执行器，并具有过滤执行器列表的功能。

用户可以选择某个特定执行器，用户选择执行器后，可以对其进行操作。用户选择相关操作，可远程控制执行器做出相应动作。

操作执行器页面拥有返回至【概览系统情况】的按钮。

用例：查看用户信息

用户获取并编辑当前系统的用户信息，包括

1. 获取并编辑当前账号的用户信息，信息指账号/密码，编辑指修改密码/注销账户
2. 获取当前系统中其他用户的信息，仅指账号
3. 注销登录

用户信息页面拥有返回至主页面的按钮

用例：修改账号密码

用户希望修改自己账号的密码，修改密码需要输入现有密码。修改密码成功则返回登陆界面，拥有返回至用户信息页面的按钮。

3 测试准备

3.1 测试方法

本项目的测试分为单元测试与集成测试。

单元测试针对系统中的一个或若干函数组成的子系统进行。测试时使用单元测试脚本，仿真若干组正常或异常的输入，测试系统是否返回期望的输出以及能否正确的处理异常输入。每一个单元测试用例应该保证测试的原子性，在测试代码内部合理的使用断言。单元测试用例的结果有两种：通过与不通过。

集成测试针对整个系统或是系统的一个子系统进行。测试时，以一个或多个用例为基本单位，测试人员扮演用户的角色与系统交互，测试系统是否能够提供需求文档用例描述的功能。

3.2 测试时间安排

本项目的单元测试在系统开发的过程中进行，并在项目第三次迭代结束后，集中记录在本报告中。

本项目的集成测试在系统第三次迭代结束后集中进行。目前已完成所有已建模用例的集成测试，并记录在本报告中。

3.3 测试环境

测试时提供以下硬件环境

- Wifi 温度传感器：系统编号 6001
- Wifi 压力传感器：系统编号 6002
- Wifi 入侵检测传感器：系统编号 6003
- Lora 控制节点：地址 1235
- Lora 报警节点：地址 1237
- Lora 网关
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- 个人电脑

测试时提供以下软件环境

- Shattuckite 后台前端页面
- Shattuckite 中台前端页面

- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
 - tcp 协议地址: ali.cnworkshop.xyz:20000
 - websocket 协议地址: ali.cnworkshop.xyz:20010
- Redis 分布式 KV 存储测试服务器: 地址 ali.cnworkshop.xyz:20001
- Mysql 关系型数据库测试服务器: 地址 ali.cnworkshop.xyz:5005
 - 测试数据库名: Shattuckite
 - 测试用户名: Shattuckite-Django

此外有一系列为测试工作编写的小工具, 再此不单独列出, 将在测试用例中说明。

4 测试用例

4.1 单元测试用例

单元测试用例: 测试列出系统事件接口默认行为

测试用例唯一识别码 5abd0

相关需求 (5abd0)

无

测试条件 (5abd0)

- 关系型数据库部署
- RESTful 服务器部署

测试输入 (5abd0)

接口路由

测试输出 (5abd0)

通过或不通过

评价准则 (5abd0)

接口应该返回所有的系统事件。比对测试数据库内事件数与接口返回的事件数，如果相等则测试通过

测试流程 (5abd0)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试列出特定事件范围内的系统事件

测试用例唯一识别码 76fe1

相关需求 (76fe1)

无

测试条件 (76fe1)

- 关系型数据库部署
- RESTFu1 服务器部署

测试输入 (76fe1)

- 接口路由
- Datetime_before: 以 URLQuery 形式传递的事件上界。采用 ISO8601 格式的时间字符串
- Datetime_after: 以 URLQuery 形式传递的事件下界。采用 ISO8601 格式的时间字符串

测试输出 (76fe1)

通过或不通过

评价准则 (76fe1)

接口应该返回传入时间范围内的系统事件。比对测试数据库内满足条件的事件数与接口返回的事件数，如果相等则测试通过

测试流程 (76fe1)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试列出特定状态的系统事件

测试用例唯一识别码 1864d

相关需求 (1864d)

无

测试条件 (1864d)

- 关系型数据库部署
- RESTFul 服务器部署

测试输入 (1864d)

- 接口路由
- Status: 以 URLQuery 形式传递的事件类型。为事件的参数

测试输出 (1864d)

通过或不通过

评价准则 (1864d)

接口应该返回满足传入状态系统事件。比对测试数据库内满足条件的事件数与接口返回的事件数，如果相等则测试通过

测试流程 (1864d)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果

4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试系统事件处理接口

测试用例唯一识别码 f5712

相关需求（f5712）

无

测试条件（f5712）

- 关系型数据库部署
- RESTFu1 服务器部署

测试输入（f5712）

- 接口路由
- id: 硬编码进路由 URL 的数字，表示待处理事件的系统 ID

测试输出（f5712）

通过或不通过

评价准则（f5712）

接口应该能正确的转换被操作事件的状态。调用该接口后，查看预设待操作事件的状态。如果预设事件的状态由待处理转换为已处理，则测试通过。

测试流程（f5712）

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试列出传感器接口

测试用例唯一识别码 bd5ad

相关需求 (bd5ad)

无

测试条件 (bd5ad)

- 关系型数据库部署
- RESTFul 服务器部署

测试输入 (bd5ad)

- 接口路由

测试输出 (bd5ad)

通过或不通过

评价准则 (bd5ad)

接口应该返回系统中所有的传感器。比对预设的传感器数量与接口返回的传感器数，如果相等则测试通过

测试流程 (bd5ad)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试列出传感器阈值设定端口默认行为

测试用例唯一识别码 cd77a

相关需求 (cd77a)

无

测试条件 (cd77a)

- 关系型数据库部署
- RESTFu1 服务器部署

测试输入 (cd77a)

- 接口路由
- id: 硬编码进路由 URL 的数字, 表示待设置阈值的传感器的系统 ID
- threshold: 通过 post body 传递的参数。表示即将设置的阈值, 为一个浮点数格式。

测试输出 (cd77a)

通过或不通过

评价准则 (cd77a)

接口应该能正确的设定传感器的报警阈值。调用该接口后, 查看预设待设置阈值传感器的阈值。如果预设传感器的报警阈值和接口调用参数设置的值一致, 则测试通过。

测试流程 (cd77a)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口, 并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例: 测试列出传感器阈值设定端口异常处理

测试用例唯一识别码 38d46

相关需求 (38d46)

无

测试条件 (38d46)

- 关系型数据库部署
- RESTFu1 服务器部署

测试输入 (38d46)

- 接口路由
- id: 硬编码进路由 URL 的数字, 表示待设置阈值的传感器的系统 ID
- threshold: 通过 post body 传递的参数。表示即将设置的阈值。在本测试用例中取异常格式。(取空及字符串)

测试输出 (38d46)

通过或不通过

评价准则 (38d46)

接口应该能正确检测到传入参数的格式错误调用该接口后, 查看预设待设置阈值传感器的阈值。如果预设传感器的报警阈值仍为未设置状态, 且接口的返回代码为 200, 则测试通过

测试流程 (38d46)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口, 并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例: 测试按照时间范围列出传感器的数据

测试用例唯一识别码 eb084

相关需求 (eb084)

无

测试条件 (eb084)

- 关系型数据库部署
- RESTFul 服务器部署

测试输入 (eb084)

- 接口路由
- begin: 通过 URLQuery 传递的参数, 表示时间范围上界, 采用 Unix 时间戳作为格式
- end: 通过 URLQuery 传递的参数, 表示时间范围下界, 采用 Unix 时间戳作为格式
- sensorID: 通过 URLQuery 传递的参数, 表示待查看数据的传感器, 字符串格式

测试输出 (eb084)

通过或不通过

评价准则 (eb084)

接口应该返回系统中符合输入参数约束的所有传感器数据。比对预设的传感器数据与接口返回的传感器数据数量, 如果相等则测试通过

测试流程 (eb084)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口, 并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例: 测试列出特定传感器的数据

测试用例唯一识别码 0c619

相关需求 (0c619)

无

测试条件 (0c619)

- 关系型数据库部署
- RESTful 服务器部署

测试输入 (0c619)

- 接口路由
- sensorID: 通过 URLQuery 传递的参数, 表示待查看数据的传感器, 字符串格式

测试输出 (0c619)

通过或不通过

评价准则 (0c619)

接口应该在缺少时间边界参数时返回正确的错误代码。获取接口返回的状态代码, 如果为 400, 则测试通过。

测试流程 (0c619)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口, 并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例: 测试列出传感器数据接口无 ID 输入时的行为

测试用例唯一识别码 4af20

相关需求 (4af20)

无

测试条件 (4af20)

- 关系型数据库部署
- RESTful 服务器部署

测试输入 (4af20)

- 接口路由
- begin: 通过 URLQuery 传递的参数, 表示时间范围上界, 采用 Unix 时间戳作为格式
- end: 通过 URLQuery 传递的参数, 表示时间范围下界, 采用 Unix 时间戳作为格式

测试输出 (4af20)

通过或不通过

评价准则 (4af20)

接口应该在缺少传感器 ID 参数时返回正确的错误代码。获取接口返回的状态代码，如果为 400，则测试通过。

测试流程 (4af20)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试获取实时传感器数据接口

测试用例唯一识别码 c9367

相关需求 (c9367)

无

测试条件 (c9367)

- 关系型数据库部署
- RESTFul 服务器部署

测试输入 (c9367)

- 接口路由
- sensorID: 通过 URLQuery 传递的参数，表示待查看数据的传感器，字符串格式

测试输出 (c9367)

通过或不通过

评价准则 (c9367)

接口应该返回接口调用时刻前 60 秒内的数据。比对预设的传感器数据与接口返回的传感器数据数量，如果相等则测试通过

测试流程 (c9367)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试获取实时传感器数据接口调整时间窗口功能

测试用例唯一识别码 0f012

相关需求 (0f012)

无

测试条件 (0f012)

- 关系型数据库部署
- RESTFul 服务器部署

测试输入 (0f012)

- 接口路由
- sensorID: 通过 URLQuery 传递的参数，表示待查看数据的传感器，字符串格式
- seconds: 通过 URLQuery 传递的参数，表示要查看的数据窗口大小，以秒为单位的数字

测试输出 (0f012)

通过或不通过

评价准则 (0f012)

接口应该返回接口调用时刻前若干秒内的数据。时间窗口由输入参数设置。比对预设的传感器数据与接口返回的传感器数据数量，如果相等则测试通过

测试流程 (0f012)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

单元测试用例：测试实时数据获取接口在缺少必要参数时的行为

测试用例唯一识别码 fabca

相关需求 (fabca)

无

测试条件 (fabca)

- 关系型数据库部署
- RESTFul 服务器部署

测试输入 (fabca)

- 接口路由

测试输出 (fabca)

通过或不通过

评价准则 (fabca)

接口应该在缺少参数时返回正确的错误代码。获取接口返回的状态代码，如果为 400，则测试通过。

测试流程 (fabca)

1. 建立临时测试数据库
2. 创建测试用临时数据
3. 调用接口，并检查返回是否为期望结果
4. 销毁测试数据库

4.2 集成测试用例

集成测试用例：测试概览系统情况

测试用例唯一识别码 6419d

相关需求 (6419d)

- 用例：概览系统情况

测试条件 (6419d)

- Shattuckite 中台前端页面

测试输入 (6419d)

用户点击

测试输出 (6419d)

前端界面正常显示

评价准则 (6419d)

界面能够正常显示

测试流程 (6419d)

1. 输入前端网址，前端界面正常显示
2. 点击‘实时数据’按钮，界面正常显示
3. 点击‘历史数据’按钮，界面正常显示
4. 点击‘历史事件’按钮，界面正常显示
5. 点击‘传感器事件’按钮，界面正常显示
6. 点击‘执行器列表’按钮，界面正常显示

集成测试用例：测试处理未处理事件

测试用例唯一识别码 2f0e9

相关需求 (2f0e9)

- 用例：处理未处理事件

测试条件 (2f0e9)

- Shattuckite 后台前端页面
- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器

测试输入 (2f0e9)

用户点击，选择时间范围、事件状态

测试输出 (2f0e9)

界面正确显示所选时间范围内的未处理事件列表，点击处理按钮，事件状态改变为‘已处理’

评价准则 (2f0e9)

界面正确显示相应时间范围的未处理事件

点击‘处理’按钮，事件状态改变为‘已处理’并与后台前端界面信息一致

测试流程 (2f0e9)

1. 输入前端网址，前端界面正常显示 1. 点击‘历史事件’按钮，界面正常显示 2. 选择时间范围‘6.1-6.3’，选择状态‘未处理’ 3. 查看列表中数据，对比后台数据 4. 点击任一事件‘处理’按钮 5. 查看列表中数据，对比后台数据

集成测试用例：测试查看传感器数据

测试用例唯一识别码 7b727

相关需求 (7b727)

- 用例：查看传感器数据

测试条件 (7b727)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点: Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC

测试输入 (7b727)

用户点击

测试输出 (7b727)

前端界面正常显示, 并能够短时间内完成

评价准则 (7b727)

界面能够正常显示

测试流程 (7b727)

1. 点击‘监控数据’按钮, 显示‘历史数据’和‘实时数据’选项
2. 点击‘历史数据’按钮, 界面正常显示
3. 点击‘实时数据’按钮, 界面正常显示

集成测试用例: 测试实时监控数据

测试用例唯一识别码 dd8ae

相关需求 (dd8ae)

- 用例: 实时监控数据

测试条件 (dd8ae)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点: Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Wifi 温度传感器
- Wifi 压力传感器

测试输入 (dd8ae)

用户点击

测试输出 (dd8ae)

前端界面正常显示，图表保持更新，图表信息与后台前端界面一致

评价准则 (dd8ae)

界面能够正常显示

图表保持更新，图表信息与后台前端界面一致

能够添加和移除传感器

测试流程 (dd8ae)

1. 点击‘实时数据’按钮，界面正常显示
2. 点击任一‘添加监视’按钮，折线图展示数据
3. 点击其他任一‘添加监视’按钮，折线图展示数据
4. 查看列表中数据，对比后台数据
5. 点击任一‘移除监视’按钮，折线图不再展示相应数据

集成测试用例：测试实时监控数据 _2

测试用例唯一识别码 6e4bc

相关需求 (6e4bc)

- 用例：实时监控数据

测试条件 (6e4bc)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Wifi 温度传感器
- Wifi 压力传感器

测试输入 (6e4bc)

添加传感器监控，突然切断传感器电源

测试输出 (6e4bc)

系统正常工作，折线图中不再有新的数据展示

评价准则 (6e4bc)

界面能够正常显示

系统正常工作，切断电源后图中不再有新的数据显示

测试流程 (6e4bc)

1. 点击‘实时数据’按钮，界面正常显示
2. 点击任一‘添加监视’按钮，折线图展示数据
3. 切断相应传感器电源
4. 观察折线图的变化

集成测试用例：测试历史监控数据

测试用例唯一识别码 16716

相关需求 (16716)

- 用例：历史监控数据

测试条件 (16716)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Wifi 温度传感器
- Wifi 压力传感器

测试输入 (16716)

用户点击、选择和输入

测试输出 (16716)

前端界面正常显示，列表信息与后台前端界面一致提示输入日期无提示，无数据显示

评价准则 (16716)

界面正常显示

列表信息与后台前端界面一致

不合法的输入不会导致异常

测试流程 (16716)

1. 点击‘历史数据’按钮，界面正常显示
2. 选择时间段 (6.1-6.3)，输入传感器 ID (5000)，点击‘提交查询’按钮
3. 查看列表数据，对比后台数据
4. 刷新界面，直接点击‘提交查询’按钮
5. 刷新界面，选择时间段 (6.1-6.3)，点击‘提交查询’按钮

集成测试用例：测试查看历史事件

测试用例唯一识别码 669a9

相关需求 (669a9)

- 用例：查看历史事件

测试条件 (669a9)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器

测试输入 (669a9)

用户点击和选择

测试输出 (669a9)

列表信息正确显示，后台前端数据正确更新

评价准则 (669a9)

界面正常显示

列表信息与后台前端界面一致

测试流程 (669a9)

1. 点击‘历史事件’按钮，界面正常显示
2. 选择时间段 (6.1-6.3)，选择状态‘未处理’，点击‘提交查询’按钮
3. 查看列表数据，对比后台数据

集成测试用例：测试传感器

测试用例唯一识别码 f80e1

相关需求 (f80e1)

- 用例：添加传感器
- 用例：管理传感器

测试条件 (f80e1)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Wifi 入侵检测传感器

测试输入 (f80e1)

用户点击和输入

测试输出 (f80e1)

列表信息正确显示，后台前端数据正确更新

评价准则 (f80e1)

界面正常显示

列表信息与后台前端界面一致

设置报警阈值，后台前端界面相关信息与输入数值一致

测试流程 (f80e1)

1. 点击‘传感器设置’按钮，界面正常显示
2. 查看列表数据，对比后台数据
3. 点击‘编辑报警阈值’按钮，输入报警阈值，对比后台数据

集成测试用例：测试设置传感器逻辑

测试用例唯一识别码 ac566

相关需求 (ac566)

- 用例：添加传感器
- 用例：管理传感器

测试条件 (ac566)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Wifi 入侵检测传感器

测试输入 (ac566)

用户点击和输入

测试输出 (ac566)

列表信息正确显示，后台前端数据正确更新

评价准则 (ac566)

界面正常显示

列表信息与后台前端界面一致

设置报警阈值，后台前端界面相关信息与输入数值一致

测试流程 (ac566)

1. 点击‘传感器设置’按钮，界面正常显示
2. 查看列表数据，对比后台数据
3. 点击‘编辑报警阈值’按钮，输入报警阈值，对比后台数据

集成测试用例：测试执行器

测试用例唯一识别码 a63b0

相关需求 (a63b0)

- 用例：添加执行器
- 用例：操作执行器

测试条件 (a63b0)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 控制节点
- Lora 报警节点
- Lora 网关

测试输入 (a63b0)

用户点击

测试输出 (a63b0)

列表信息正确显示，执行器正确完成动作

评价准则 (a63b0)

界面正常显示

列表信息与后台前端界面一致

点击执行器 ‘Toggle’ 按钮，执行器正常反应

测试流程 (a63b0)

1. 点击 ‘执行器列表’ 按钮，界面正常显示
2. 查看列表数据，对比后台数据
3. 点击执行器 ‘Toggle’ 按钮，观察执行器动作

集成测试用例：测试执行器 _2

测试用例唯一识别码 851f5

相关需求 (851f5)

- 用例：操作执行器

测试条件 (851f5)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 控制节点
- Lora 报警节点
- Lora 网关

测试输入 (851f5)

连续点击两次报警器的‘toggle’按钮

测试输出 (851f5)

报警器不会响应

评价准则 (851f5)

报警器不会响应

测试流程 (851f5)

1. 点击‘执行器列表’按钮，界面正常显示
2. 连续点击报警器的‘Toggle’按钮，观察继电器动作

集成测试用例：测试触发报警事件

测试用例唯一识别码 18907

相关需求 (18907)

- 用例：触发报警事件

测试条件 (18907)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 报警节点
- Wifi 入侵检测传感器
- Lora 网关

测试输入 (18907)

物体触发 Wifi 入侵检测传感器

测试输出 (18907)

前端界面弹出报警，报警器报警

评价准则 (18907)

前端界面弹出报警，报警器报警

测试流程 (18907)

1. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
2. 查看前端界面变化
3. 观察报警器动作

集成测试用例：测试处理报警事件

测试用例唯一识别码 ba682

相关需求 (ba682)

- 用例：触发报警事件
- 用例：处理未处理事件

测试条件 (ba682)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 报警节点
- Wifi 入侵检测传感器
- Lora 网关

测试输入 (ba682)

物体触发 Wifi 入侵检测传感器，在前端界面弹窗中点击处理事件

测试输出 (ba682)

前端界面中报警弹窗关闭，报警器 1-2s 后停止报警；
‘历史事件’中出现新的事件，状态为已处理

评价准则 (ba682)

报警器及时关闭，事件被记录并且状态为‘已处理’

测试流程 (ba682)

1. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
2. 查看前端界面变化
3. 点击前端界面报警弹窗的‘处理事件’按钮
4. 点击前端界面‘历史事件’，查看是否存在事件的记录
5. 观察报警器动作

集成测试用例：测试处理报警事件 _2

测试用例唯一识别码 8f4cb

相关需求 (8f4cb)

- 用例：触发报警事件
- 用例：处理未处理事件

测试条件 (8f4cb)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 报警节点
- Wifi 入侵检测传感器
- Lora 网关

测试输入 (8f4cb)

物体触发 Wifi 入侵检测传感器，直接关闭前端界面报警弹窗；在前端‘历史事件’界面中处理事件

测试输出 (8f4cb)

前端界面中报警弹窗关闭，报警器报警器持续；
‘历史事件’中出现新的事件，状态为‘未处理’；

点击相应事件的‘处理事件’按钮，报警器停止报警

评价准则 (8f4cb)

报警器持续报警，事件被记录并且状态为‘未处理’；可以通过处理来关闭报警器

测试流程 (8f4cb)

1. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
2. 查看前端界面变化
3. 观察报警器动作
4. 直接关闭前端界面报警弹窗
5. 等待数秒，观察报警器动作
6. 点击前端界面‘历史事件’，查看是否存在事件的记录
7. 在‘历史事件’中，点击对应事件的‘处理事件’按钮
8. 观察报警器动作

集成测试用例：测试处理报警事件 _3

测试用例唯一识别码 89d01

相关需求 (89d01)

- 用例：触发报警事件
- 用例：处理未处理事件

测试条件 (89d01)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 报警节点
- Wifi 入侵检测传感器

- Lora 网关

测试输入 (89d01)

物体触发 Wifi 入侵检测传感器，直接关闭前端界面报警弹窗；在前端‘执行器列表’界面中点击报警器‘toggle’按钮

测试输出 (89d01)

前端界面中报警弹窗关闭，报警器报警器持续；
点击报警器的‘toggle’按钮，报警器停止报警

评价准则 (89d01)

事件发生后报警器持续报警；能够通过执行器的‘toggle’关闭报警器

测试流程 (89d01)

1. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
2. 查看前端界面变化
3. 观察报警器动作
4. 直接关闭前端界面报警弹窗
5. 等待数秒，观察报警器动作
6. 点击前端界面‘执行器列表’，点击报警器‘toggle’按钮
7. 观察报警器动作

集成测试用例：测试处理报警事件 _4

测试用例唯一识别码 ca1d4

相关需求 (ca1d4)

- 用例：触发报警事件
- 用例：处理未处理事件

测试条件 (ca1d4)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点: Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 报警节点
- Wifi 入侵检测传感器
- Lora 网关

测试输入 (ca1d4)

物体触发 Wifi 入侵检测传感器, 直接关闭前端界面报警弹窗;

物体触发 Wifi 入侵检测传感器, 点击前端界面报警弹窗中的‘处理事件’按钮;

测试输出 (ca1d4)

报警器持续报警

报警器停止报警

评价准则 (ca1d4)

报警器持续报警, 报警器停止报警

测试流程 (ca1d4)

1. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
2. 查看前端界面变化
3. 观察报警器动作
4. 直接关闭前端界面报警弹窗
5. 等待数秒, 观察报警器动作
6. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
7. 点击前端界面报警弹窗的‘处理事件’按钮
8. 观察报警器动作

集成测试用例：测试处理报警事件 _5

测试用例唯一识别码 c084b

相关需求 (c084b)

- 用例：触发报警事件
- 用例：处理未处理事件

测试条件 (c084b)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 报警节点
- Wifi 入侵检测传感器
- Lora 网关

测试输入 (c084b)

物体触发 Wifi 入侵检测传感器，直接关闭前端界面报警弹窗；

物体触发 Wifi 入侵检测传感器，直接关闭前端界面报警弹窗；

在前端‘历史事件’界面中处理最新事件

测试输出 (c084b)

报警器持续报警

报警器停止报警

评价准则 (c084b)

报警器持续报警；报警器停止报警

测试流程 (c084b)

1. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
2. 查看前端界面变化
3. 观察报警器动作
4. 直接关闭前端界面报警弹窗
5. 重复一次以上步骤 7. 点击前端界面‘历史事件’，处理最新事件 8. 观察报警器动作

集成测试用例：测试处理报警事件 _6

测试用例唯一识别码 7ca7f

相关需求 (7ca7f)

- 用例：触发报警事件
- 用例：处理未处理事件

测试条件 (7ca7f)

- Shattuckite 中台前端页面
- Shattuckite-RESTful 服务器
- Shattuckite-Embedded-Node 数据处理组件
- Shattuckite-Lora-Driver 嵌入式端 Lora 驱动
- Mosquitto MQTT 测试服务器
- 嵌入式终端节点：Cortex-A9 架构 Altera Cyclone V SOC
- Lora 报警节点
- Wifi 入侵检测传感器
- Lora 网关

测试输入 (7ca7f)

物体触发 Wifi 入侵检测传感器，直接关闭前端界面报警弹窗；

物体触发 Wifi 入侵检测传感器，直接关闭前端界面报警弹窗；

在前端‘执行器列表’界面中触发报警器动作

测试输出 (7ca7f)

报警器持续报警

报警器持续报警

报警器停止报警

评价准则 (7ca7f)

报警器持续报警；报警器持续报警；报警器停止报警

测试流程 (7ca7f)

1. 将卡片插入 Wifi 入侵检测传感器
2. 查看前端界面变化
3. 观察报警器动作
4. 直接关闭前端界面报警弹窗
5. 重复一次以上步骤 7. 点击前端界面‘执行器列表’，点击报警器的‘toggle’按钮 8. 观察报警器动作

5 测试结果

5.1 单元测试结果

目前系统中所有的单元测试结果均为通过。

5.2 集成测试结果

测试用例结果-测试概览系统情况 (6419d)

测试用例参见集成测试用例：测试概览系统情况

前端界面正常显示

测试用例结果-测试处理未处理事件 (2f0e9)

测试用例参见集成测试用例：测试处理未处理事件

界面正确显示所选时间范围内的未处理事件列表，点击处理按钮，事件状态改变为‘已处理’

测试用例结果-测试查看传感器数据（7b727）

测试用例参见集成测试用例：测试查看传感器数据

前端界面正常显示，并能够短时间内完成

测试用例结果-测试实时监控数据（dd8ae）

测试用例参见集成测试用例：测试实时监控数据

前端界面正常显示，图表保持更新，图表信息与后台前端界面一致

测试用例结果-测试实时监控数据 _2（6e4bc）

测试用例参见集成测试用例：测试实时监控数据 _2

系统正常工作，折线图中不再有新的数据展示

测试用例结果-测试历史监控数据（16716）

测试用例参见集成测试用例：测试历史监控数据

前端界面正常显示，列表信息与后台前端界面一致提示输入日期无提示，无数据显示

测试用例结果-测试查看历史事件（669a9）

测试用例参见集成测试用例：测试查看历史事件

列表信息正确显示，后台前端数据正确更新

测试用例结果-测试传感器（f80e1）

测试用例参见集成测试用例：测试传感器

列表信息正确显示，后台前端数据正确更新

测试用例结果-测试设置传感器逻辑（ac566）

测试用例参见集成测试用例：测试设置传感器逻辑

列表信息正确显示，后台前端数据正确更新

测试用例结果-测试执行器（a63b0）

测试用例参见集成测试用例：测试执行器

列表信息正确显示，执行器正确完成动作

测试用例结果-测试执行器 _2 (851f5)

测试用例参见集成测试用例：测试执行器 _2

报警器不会响应

测试用例结果-测试触发报警事件 (18907)

测试用例参见集成测试用例：测试触发报警事件

前端界面弹出报警，报警器报警

测试用例结果-测试处理报警事件 (ba682)

测试用例参见集成测试用例：测试处理报警事件

前端界面中报警弹窗关闭，报警器 1-2s 后停止报警；

‘历史事件’中出现新的事件，状态为已处理

测试用例结果-测试处理报警事件 _2 (8f4cb)

测试用例参见集成测试用例：测试处理报警事件 _2

前端界面中报警弹窗关闭，报警器报警器持续；

‘历史事件’中出现新的事件，状态为‘未处理’；

点击相应事件的‘处理事件’按钮，报警器停止报警

测试用例结果-测试处理报警事件 _3 (89d01)

测试用例参见集成测试用例：测试处理报警事件 _3

前端界面中报警弹窗关闭，报警器报警器持续；

点击报警器的‘toggle’按钮，报警器停止报警

测试用例结果-测试处理报警事件 _4 (ca1d4)

测试用例参见集成测试用例：测试处理报警事件 _4

报警器持续报警

报警器停止报警

测试用例结果-测试处理报警事件 _5 (c084b)

测试用例参见集成测试用例：测试处理报警事件 _5

报警器持续报警

报警器停止报警

测试用例结果-测试处理报警事件 _6 (7ca7f)

测试用例参见集成测试用例：测试处理报警事件 _6

报警器持续报警

报警器持续报警

报警器停止报警

6 测试结果分析

6.1 总体评估

单元测试评估

本项目共提供 13 个单元测试用例。

单元测试覆盖率

本项目提供的服务端软件，客户端软件和嵌入式端软件中

- 服务端软件的 RESTFu1 服务器组件实现了所有接口的单元测试，接口代码测试覆盖率 100%.
- 服务端软件的数据管道组件实现了所有接口的单元测试，接口代码测试覆盖率 100%.

其余组件均未编写单元测试。

集成测试评估

集成测试覆盖率

本项目共提供 18 个集成测试用例。覆盖了需求文档中列举出的 12 个用户用例（共 16 个用户用例）。

集成测试用例与用户用例对应关系如下

- 集成测试用例：测试概览系统情况：用例：概览系统情况
- 集成测试用例：测试处理未处理事件：用例：处理未处理事件

- 集成测试用例：测试查看传感器数据：用例：查看传感器数据
- 集成测试用例：测试实时监控数据：用例：实时监控数据
- 集成测试用例：测试实时监控数据 _2：用例：实时监控数据
- 集成测试用例：测试历史监控数据：用例：历史监控数据
- 集成测试用例：测试查看历史事件：用例：查看历史事件
- 集成测试用例：测试传感器：用例：添加传感器 ，用例：管理传感器
- 集成测试用例：测试设置传感器逻辑：用例：添加传感器 ，用例：管理传感器
- 集成测试用例：测试执行器：用例：添加执行器 ，用例：操作执行器
- 集成测试用例：测试执行器 _2：用例：操作执行器
- 集成测试用例：测试触发报警事件：用例：触发报警事件
- 集成测试用例：测试处理报警事件：用例：触发报警事件 ，用例：处理未处理事件
- 集成测试用例：测试处理报警事件 _2：用例：触发报警事件 ，用例：处理未处理事件
- 集成测试用例：测试处理报警事件 _3：用例：触发报警事件 ，用例：处理未处理事件
- 集成测试用例：测试处理报警事件 _4：用例：触发报警事件 ，用例：处理未处理事件
- 集成测试用例：测试处理报警事件 _5：用例：触发报警事件 ，用例：处理未处理事件
- 集成测试用例：测试处理报警事件 _6：用例：触发报警事件 ，用例：处理未处理事件

未覆盖的测试用例包括

- 用例：登陆控制程序
- 用例：设置传感器报警逻辑
- 用例：查看用户信息
- 用例：修改账号密码
- 用例：管理设备

6.2 测试环境的影响

本项目测试环境与运行环境一致。

6.3 改进建议

测试工作改进建议

1. 提高测试流程的自动化程度
2. 提高接口代码单元测试的覆盖率

软件改进建议

1. 需要进一步完善一些必要功能，包括

- 用户权限管理
- 基于 DSL 的传感器报警逻辑设置

2. 部分组件可以考虑使用更高性能的解决方案

- 传感器的数据管道组件可以考虑使用 Apache Flink 进行替换
- 基于 MQTT 的 RPC 框架可以考虑使用基于 RabbitMQ 消息队列的 RPC 进行替换

3. 硬件固件仍然有很大的改进空间

- LORA 节点可以考虑引入 RTOS 以增强实时性
- Wifi 节点和 Lora 节点可以增加地址或 ID 远程配置的功能

7 Indices and tables

- `genindex`
- `modindex`
- `search`

References

- [And12] Chris Anderson. The Model-View-ViewModel (MVVM) Design Pattern. Apress, Berkeley, CA, 2012. ISBN 978-1-4302-3501-9. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4302-3501-9_13, doi:10.1007/978-1-4302-3501-9_13.
- [BCT04] B. Benatallah, F. Casati, and F. Toumani. Web service conversation modeling: a cornerstone for e-business automation. IEEE Internet Computing, 8(1):46–54, Jan 2004. doi:10.1109/MIC.2004.1260703.
- [BJ87] K. Birman and T. Joseph. Exploiting virtual synchrony in distributed systems. SIGOPS Oper. Syst. Rev., 21(5):123–138, November 1987. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/37499.37515>, doi:10.1145/37499.37515.
- [HL19] Hancheng Liu. Shattuckite-需求文档. 2019. URL: <https://github.com/sebuaa2019/Team105>.
- [PWA14] Cesare Pautasso, Erik Wilde, and Rosa Alarcon, editors. REST: Advanced Research Topics and Practical Applications. Springer New York, 2014. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9299-3>, doi:10.1007/978-1-4614-9299-3.
- [Sha95] Mary Shaw. Patterns for Software Architectures. Addison-Wesley, Carnegie Mellon University, 1995.