基于构件的软件架构设计——应急监控系统

一、实验目的及要求

通过实践一个应急监控系统的需求建模、需求分析、架构设计、详细设计的全过程，掌握基于构件的软件架构分析和设计方法。熟练使用 UML 语言及其相关建模方法，熟练使用 StartUML 建模工具进行相关设计开发。

二、实验设备（环境）及要求

1．PC 机最低配置：2G Hz 以上 CPU；1G 以上内存；1G 自由硬盘空间

2．StartUML

三、实验内容与步骤

1．安装 StartUML；

2．对“应急监控系统”开发用例模型，详细了解用例编档的方法；

3．面向问题域的静态建模；

4．识别系统中的各类对象；

5．动态建模；

6．基于构件的分层体系结构设计；

7．分布式构件的通信模式；

8．分布式构件的部署。

四、实验结果与数据处理

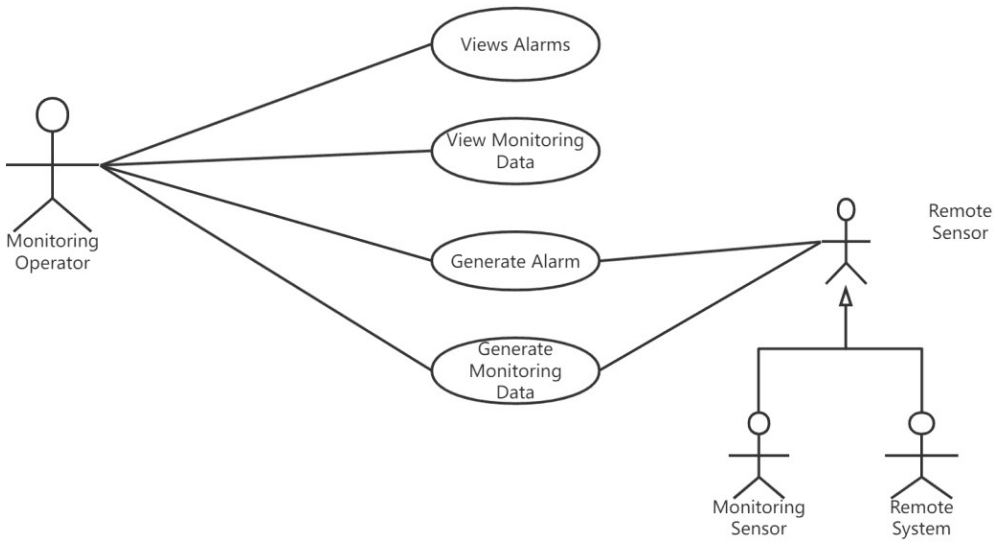
注：本实验使用 ProcessOn 进行绘图。

1 问题描述

“应急监控系统”包含一些远程监控系统和为系统提供传感器输人的监控传感器。外部环境状态通过各种传感器进行监控。一些传感器属于远程监控系统，它们定期发送存储于监控服务的监控信息。另外，基于传感器信息，当外部环境发生未预期情况时发出警报，这些警报需要人来处理。警报存储在警报服务中。监控操作员查看不同传感器的状态并且查看和更新警报条件。

2 用例建模

如下图所示。



图中所有的 4 个用例涉及“监控操作员”，作为主要参与者或者次要参与者。

下主对各个用例进行简要介绍:

1）查看警报(View Alarms)。“监控操作员”参与者查看未解决的警报，确认造成警报的原因正在处理中。操作员还可以订阅或者退订某种特定类型的警报通知。

2）查看监控数据（View Monitoring Data)。“监控操作员”参与者请求查看一

个或者多个传感器的当前状态。这种操作员请求是按需产生的。操作员还可以订阅或者退订监控状态的变化通知。

3）生成监控数据（Generate Monitoring Data ）。监控数据由泛化的参与者“远程传感器”不间断地产生。操作员获得关于他们所订阅的监控状态事件的通知。

4）生成警报（Generate Alarm ）。如果“远程传感器”检测到一个警报条件被满足.

2.1 “查看监控数据”用例描述：

用例名称:查看监控数据

概述:监控操作员请求查看一个或者多个位置的当前状态

参与者:监控操作员

前置条件:监控操作员已经登录

主序列:

1.监控操作员请求查看一个监控位置的状态。

2.系统按照下面的方式显示监控状态:

每个传感器的传感器状态（当前值、上限、下限、警报状态)。

可替换序列:

步骤 2:紧急状况。系统向操作员显示紧急状况警告信息

后置条件:监控状态已经被显示

2.2 “查看警报”用例描述

用例名称:查看警报

概述:监控操作员查看未解决的警报,确认造成警报的原因正在处理中参与者:监控操作员

前置条件:监控操作员已经登录

主序列:

1. 监控操作员请求查看未解决的警报。

2. 系统显示未解决的警报，对于每个警报，系统显示警报名称、警报描述、警报位置和警报严重程度（高、中、低)。

可替换序列:

步骤 2:紧急状况。系统向操作员显示紧急状况警告信息

后置条件:未解决的警报已经被显示

2.3 “生成监控数据”用例描述

用例名称:生成监控数据

概述:监控数据持续产生。操作员获得关于他们所订阅的新的监控状态的通知

参与者:远程传感器（主要)、监控操作员（次要)

前置条件:远程系统是可用的

主序列:

1. 远程传感器发送新的监控数据给系统。

2. 系统按照下列格式更新监控状态:每个传感器的传感器状态（当前值、上限、下限、警报状态)。

3. 系统将新的监控状态发送给那些订阅接收新状态更新的监控操作员。

可替换序列:

步骤 2:紧急状况。系统向操作员显示紧急状况警告信息

后置条件:监控状态已经更新

2.4 “生成警报”用例描述

用例名称:生成警报

概述:如果系统检测到某个警报条件满足就会产生一个警报。操作员接收他们所订阅的警报通知

参与者:远程传感器（主要)、监控操作员（次要)

前置条件:外部传感器是可用的

主序列:

1. 远程传感器发送一个警报给系统。

2. 系统更新警报数据。系统储存警报名称、警报描述、警报位置和警报严重程度（高、中、低)。

3. 系统将新的警报数据发送给那些订阅接收警报更新的监控操作员。

可替换序列:

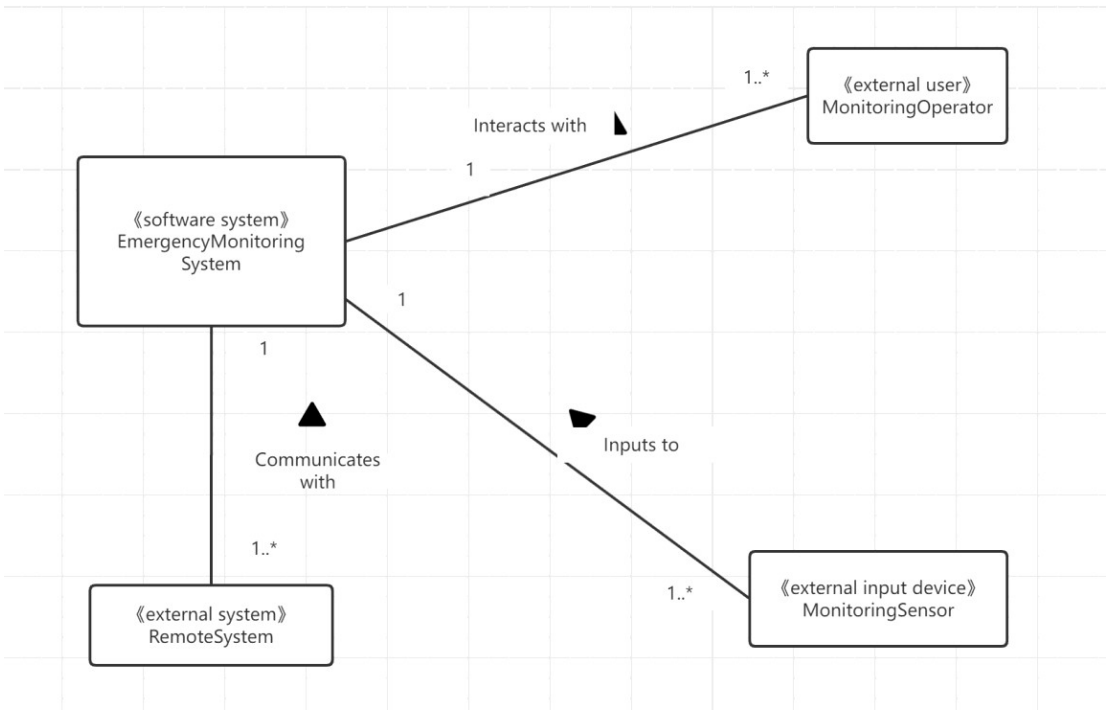
步骤 2:紧急状况。系统向操作员显示紧急状况警告信息

步骤 3:如果警报严重,那么显示闪烁的警报

后置条件:警报数据已经更新

3 静态建模

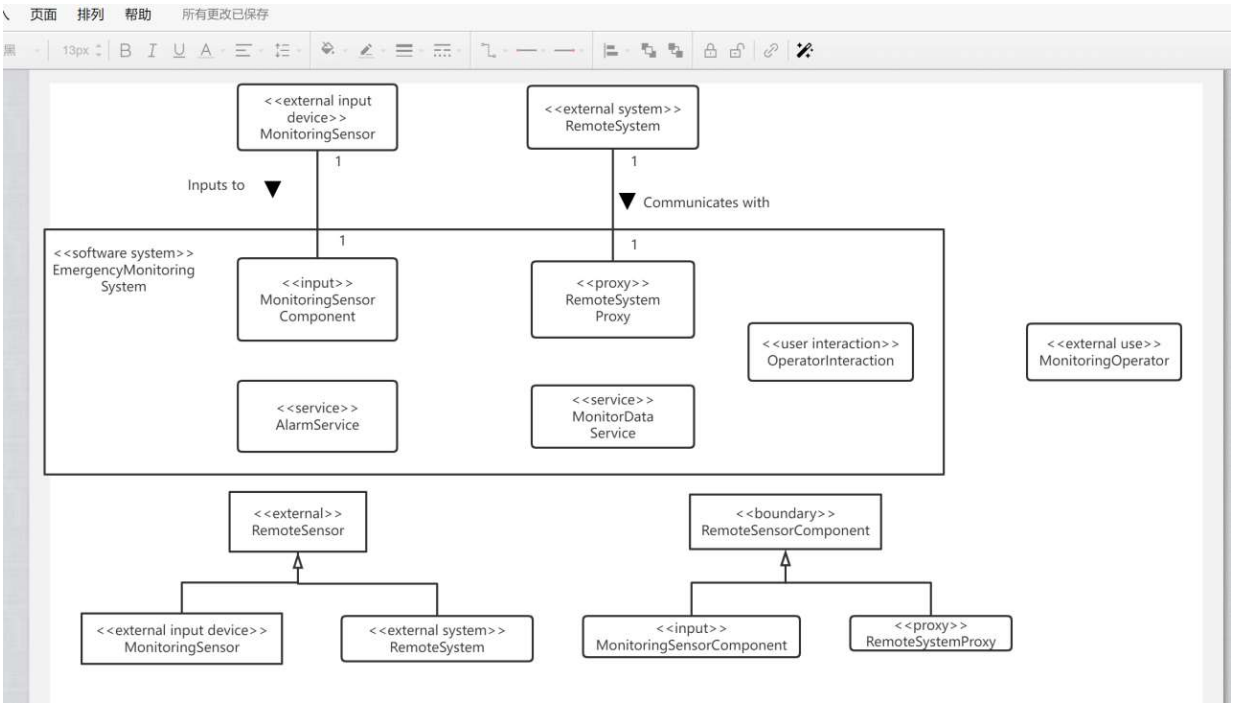
应急监控系统上下文类图如下图所示:



4 动态建模

4.1 类和对象组织

“应急监控系统”的类组织如下图所示，展示了实例化的类：

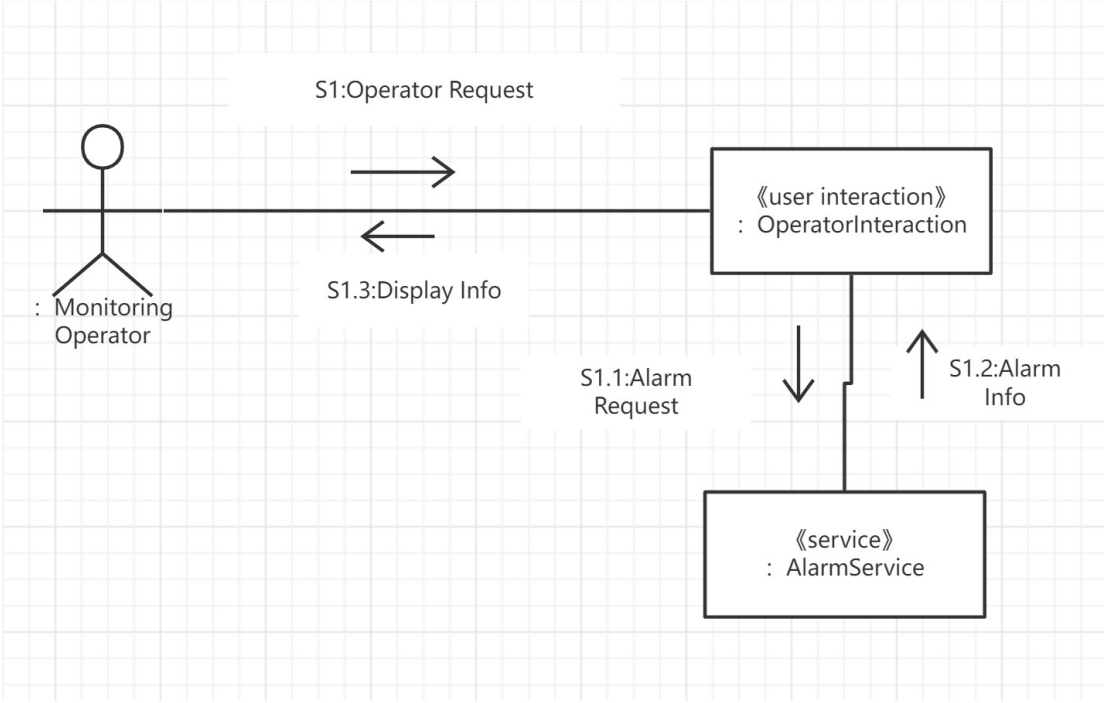


4.2 用例的通信图

完成对象的组织之后进行动态建模，为每个用例开发通信图。在分析每个用例的对象通信过程中，可以发现在后续设计过程中可能会用到的各种体系结构模式。这些通信图之中有两个使用了“多客户端/单服务”模式，其中多个客户端实例和单个服务进行交互。另外两个通信图使用了“订阅/通知”模式，其中客户端接收之前订住的一个客户端/服务用例的新的事件通知。

4.3 “查看警报”用例的通信图

如下图所示。



S1:“监控操作员”请求一个警报处理服务，例如查看警报或者订阅特定类型的警报消息。

S1.1:“操作员交互”发送警报请求给“警报服务”。

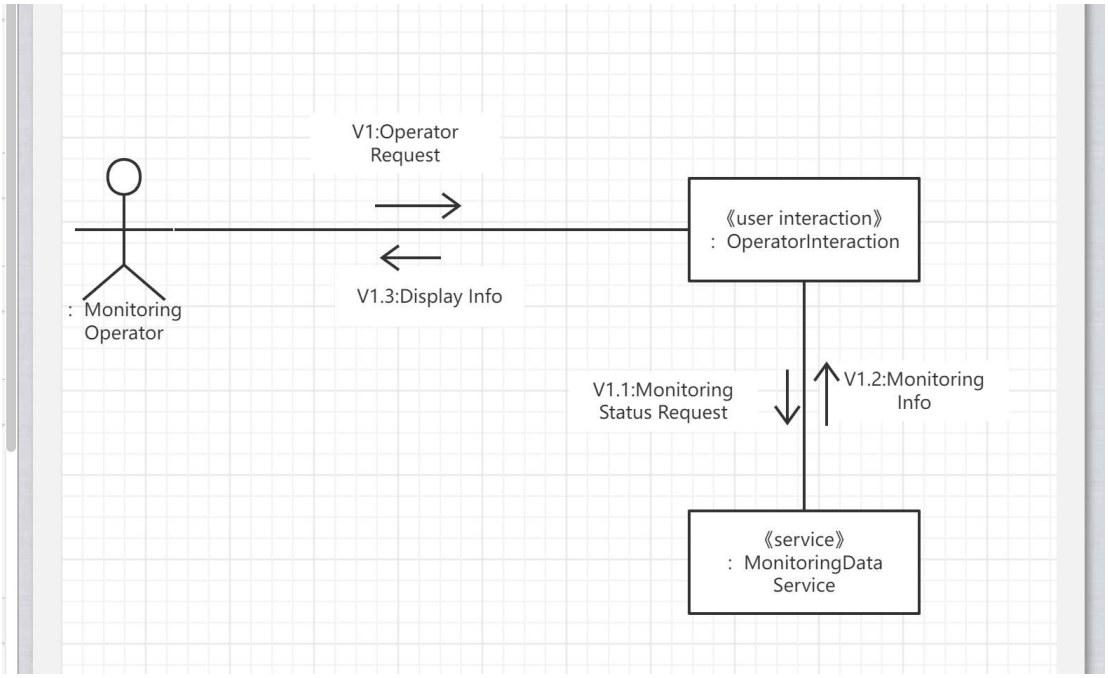
S1.2:“警报服务”执行请求（例如读取当前警报列表或者将这个客户端加入订

阅列表)，然后发送响应给“操作员交互”对象。

S1.3:“操作员交互”对象显示这个响应（例如警报信息）给操作员。

4.4 “查看监控数据”用例的通信图

如下图所示：



V1:“监控操作员”请求一个状态监控服务，例如，查看某个监控站的当前状态。

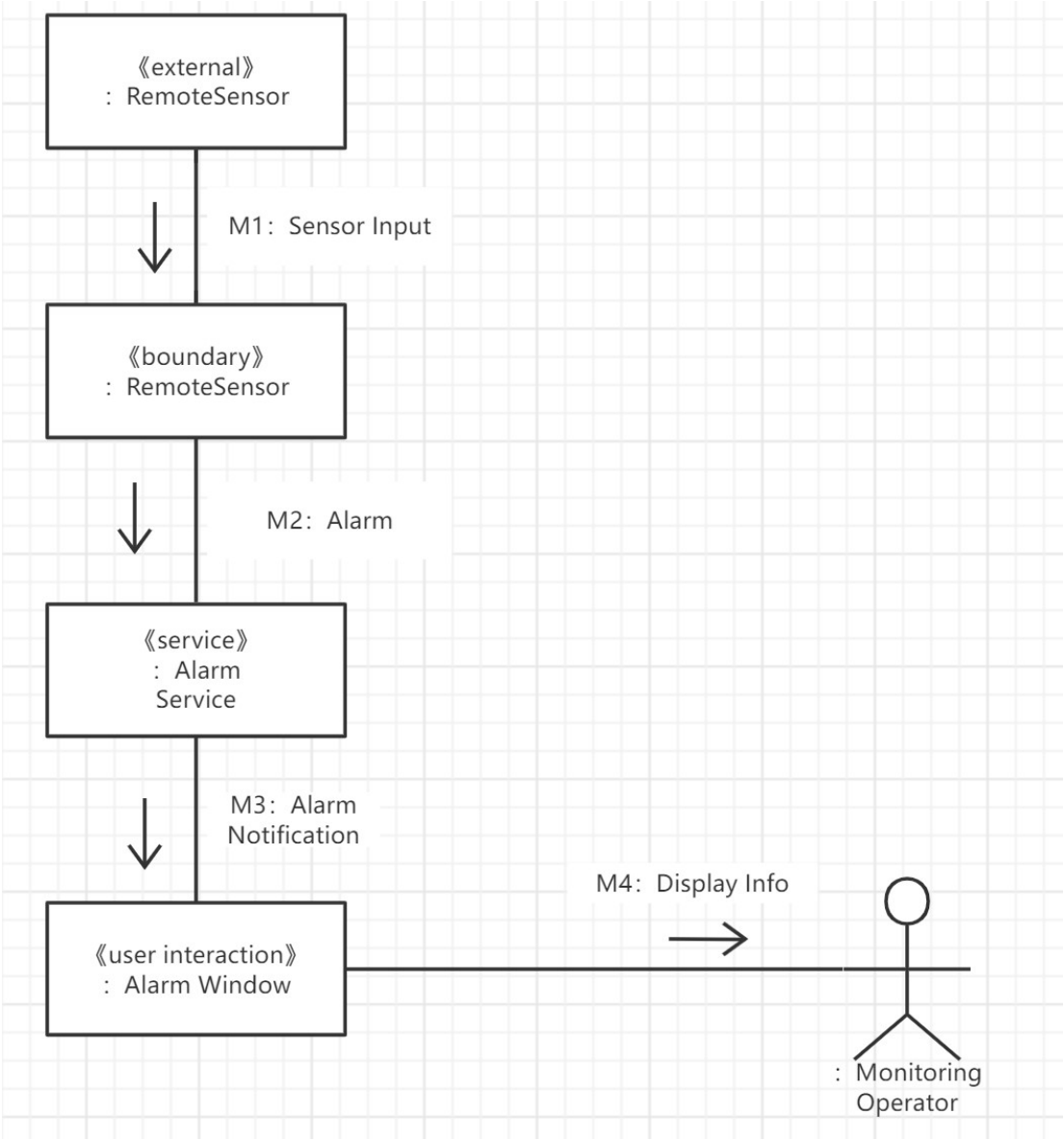
V1.1:“操作员交互”发送一个监控状态请求给“监控数据服务”。

V1.2:“监控数据服务”做出响应，例如返回所请求的监控状态数据。

V1.3:“操作员交互”对象显示监控状态信息给操作员。

4.5 “生成警报”用例的通信图

如下图所示：



M1:“远程传感器构件”收到外部传感器的输入，表明某个警报条件被满足。

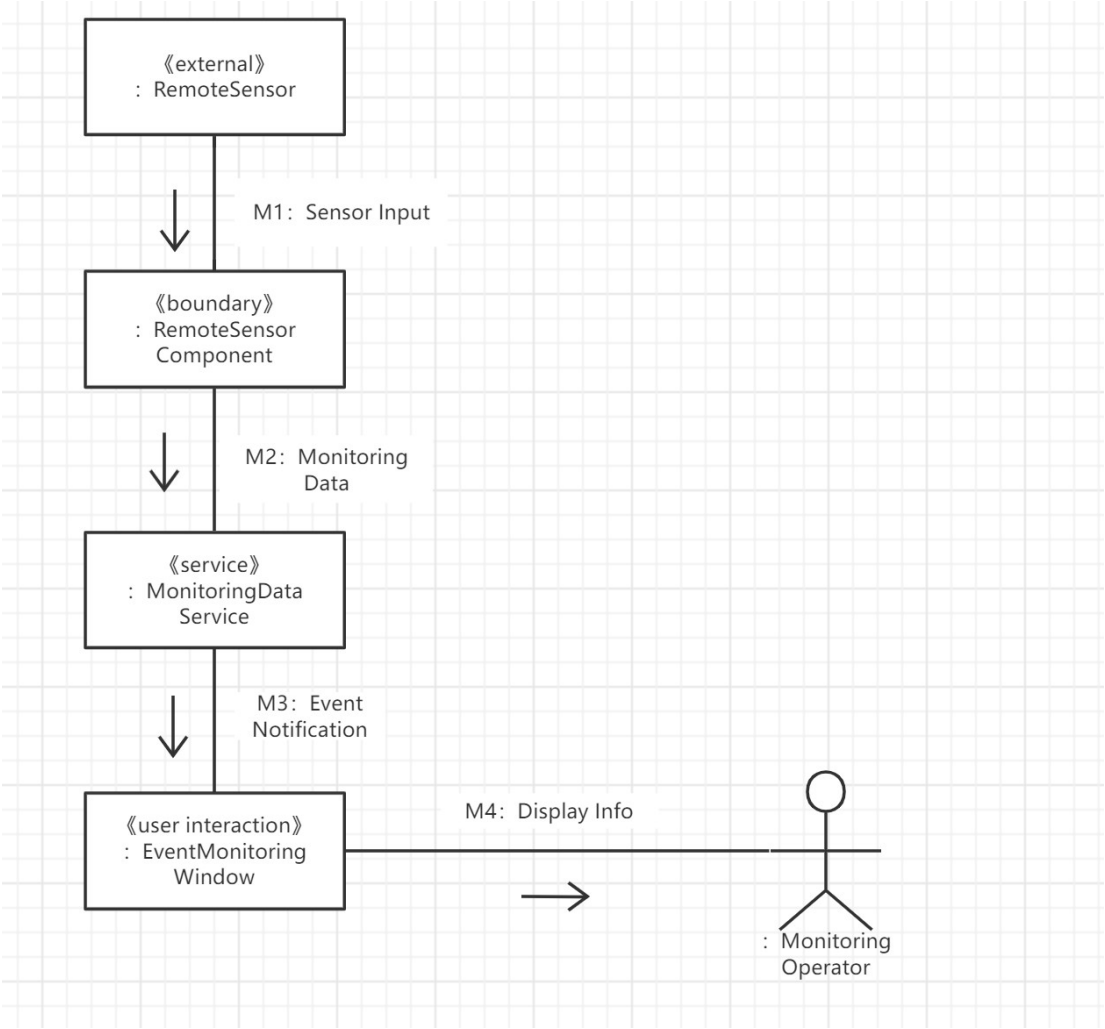
M2:“远程传感器构件”发送警报给“警报服务”。

M3:“警报服务”向所有订阅了这类消息的订阅者发送包含这个警报的消息。

M4:“警报窗口”接收警报通知并且向操作员显示信息。

4.6 “生成监控状态”用例的通信图

如下图所示：



N1:“远程传感器构件”收到外部远程系统的传感器输入，表示监控状态发生变化。

N2:“远程传感器构件”发送监控数据消息给“监控数据服务”。

N3:“监控数据服务”给所有订阅了这类消息的订阅者发送包含这个新事件通知的消息。

N4:“事件监控窗口”(Event Monitoring Window）接收事件通知消息，并且把信息显示给监控操作员。

5 设计建模

5.1 集成的通信图

设计建模的第一步是集成四个基于用例的通信图以生成“应急监控系统”的集成通信图,其中描述了所有软件对象，如图 23-8 所示。三个用户交互对象被合并为一个复合的用户交互对象“操作员展现”(Operator Presentation)，其中包含

“警报窗口”(Alarm Window)、“事件监控窗口”(Event Monitoring Window）和“操作员交互”(Operator Interaction)对象。“操作员交互”与“警报服务”以及“监控数据服务”交互;“警报窗口”从“警报服务”接收警报通知;“事件监控窗口”从“监控数据服务”接收

事件通知。特化的边界类“监控传感器构件”(Monitoring Sensor Component）和“远程系统代理”(Remote System Proxy)的多个实例都被明确描述出来了。所有这些客户端对象都和“警报服务”以及“监控数据服务”进行通信，分别发送警报和监控数据。

5.2 基于构件的分层体系结构

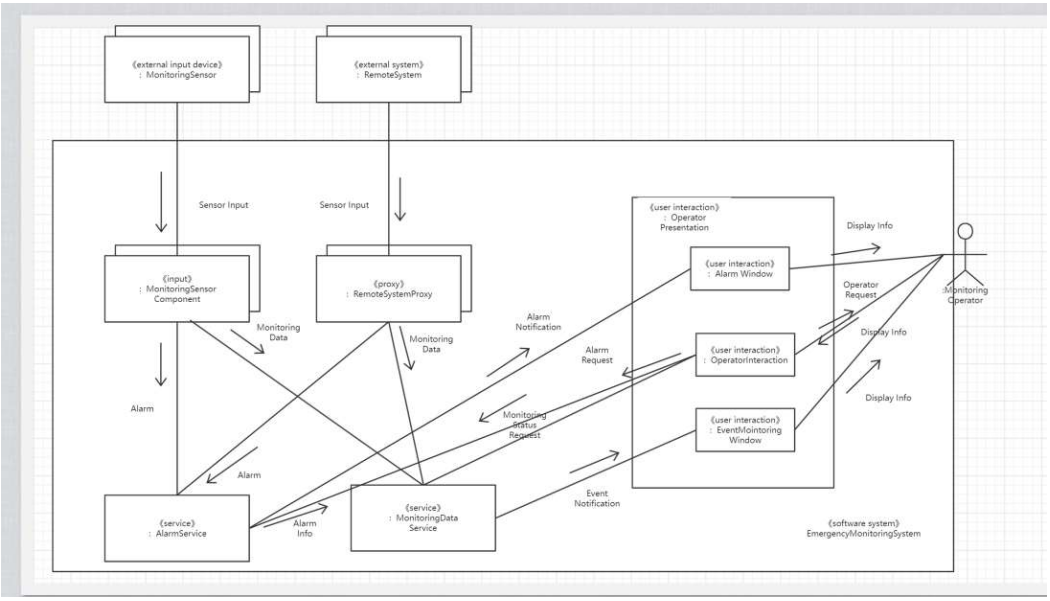
将子系统组织准则应用在集成通信图上，可以确定以下这些构件和服务:

服务:包括“警报服务”、“监控数据服务”两个服务。

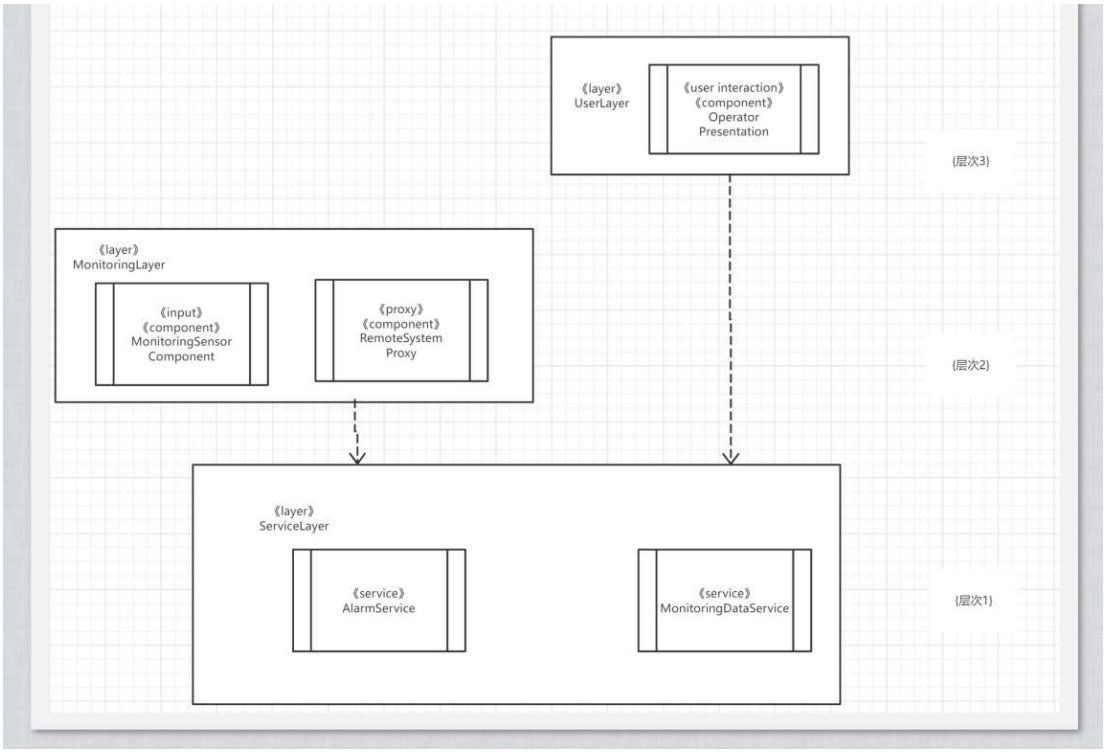
用户交互构件。用户交互构件包括“操作员交互”、“警报窗口”、“事件监控窗口”，这些都被合并到一个复合用户交互对象中，即“操作员展现”。

代理构件。代理构件是“远程系统代理”。

输入构件。是“监控传感器构件”。



分层体系结构如下图所示：



分层体系结构描述如下：

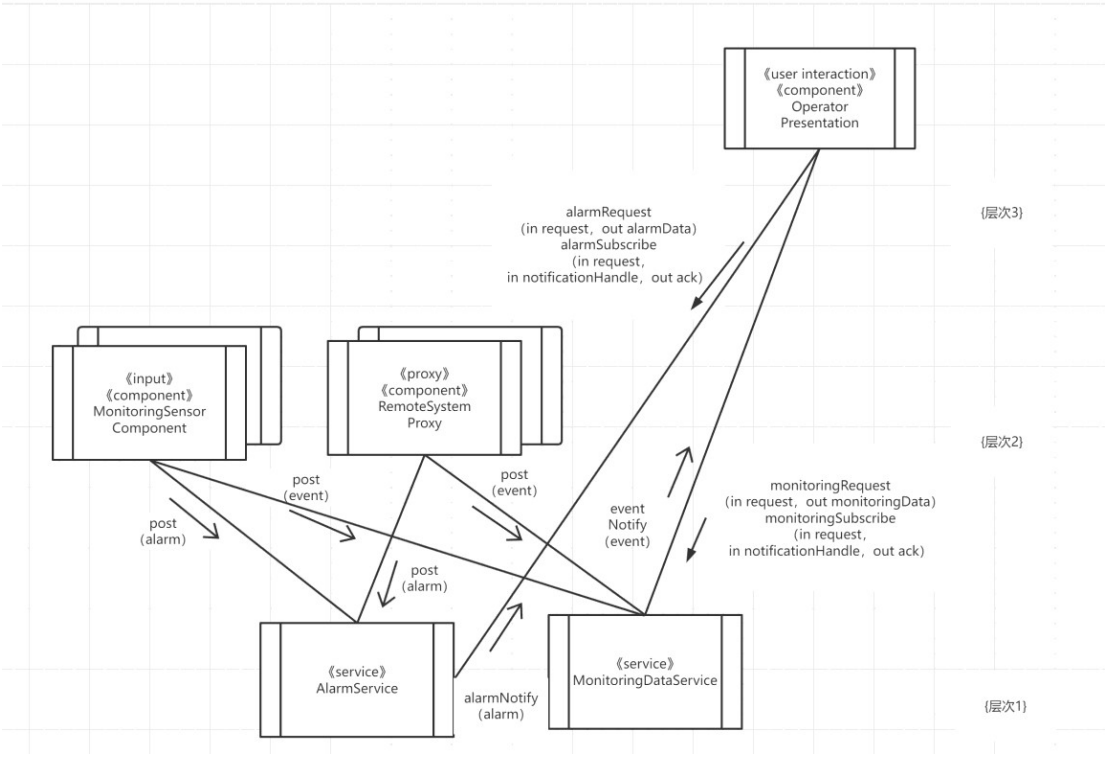
层次 1:服务层。本层包含“警报服务”和“监控数据服务”。

层次 2；监控层。本层包含“远程系统代理”和“监控传感器构件”。这些构件请求“服务层”(Service Layer）上的两个服务。

层次 3:用户层。本层包含用户交互构件“操作员展现”以及它所包含的构件。

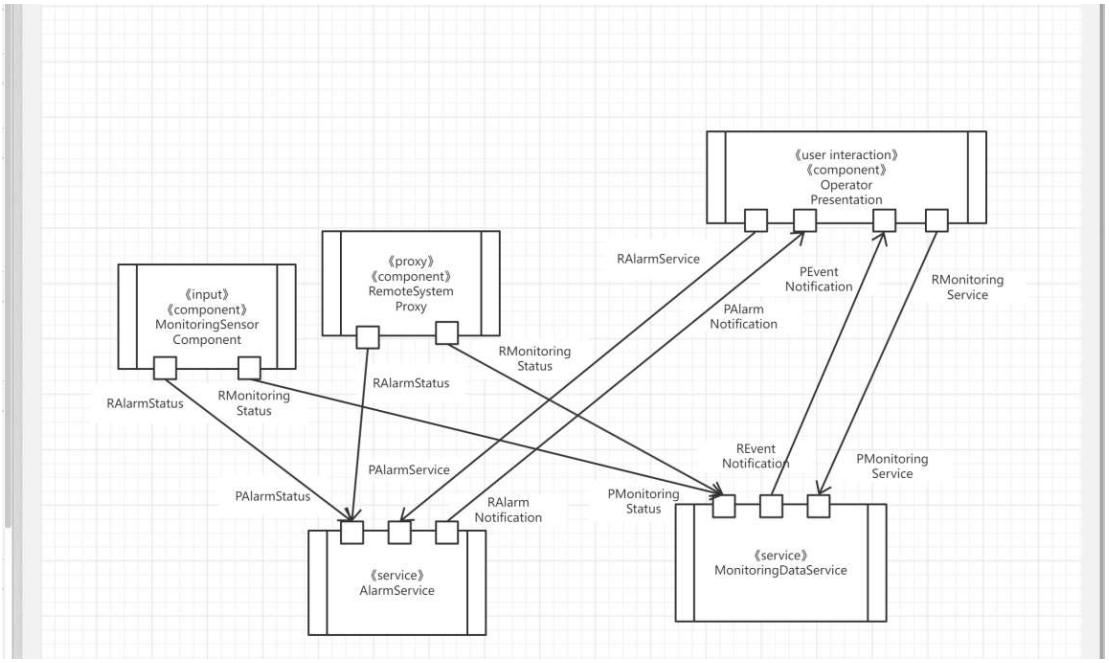
5.3 体系结构通信模式

并发通信图如下图所示：



5.4 基于分布式构件的软件体系结构

“应急监控系统”的软件体系结构如下图所示。

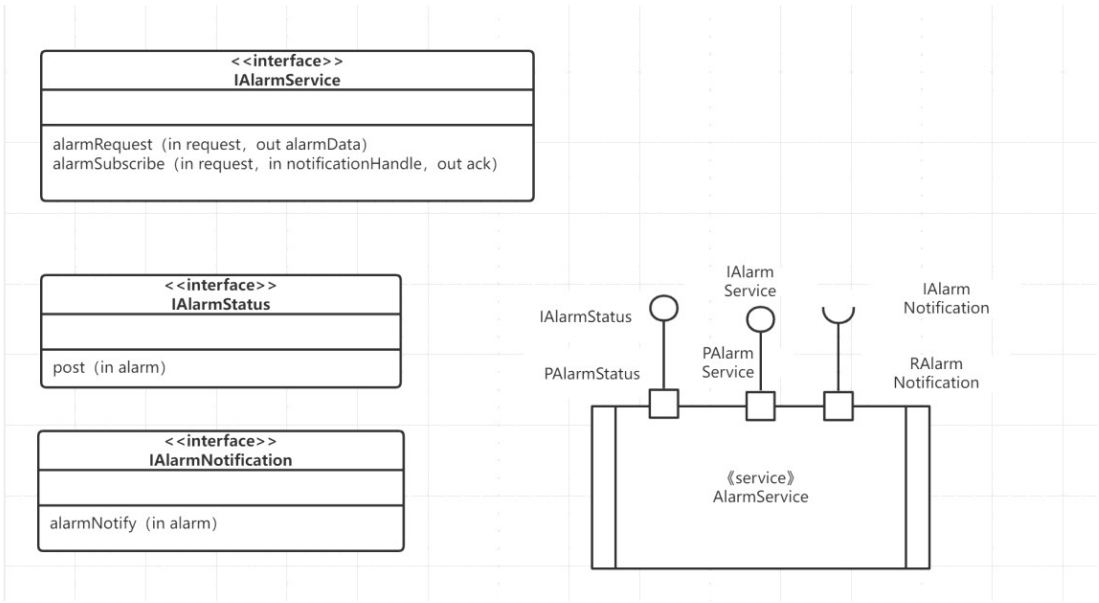


该体系结构描述了两个服务,每个都支持 2 个供给端口和一个请求端口。两个客户端构件(“远程系统代理”和“监控传感器构件”)每个都支持 2 个请求端口。

第三个客户端构件“操作员展现”拥有 2 个请求端口和 2 个供给端口。

5.5 构件和服务接口设计

“警报服务”的构件接口如下图所示：

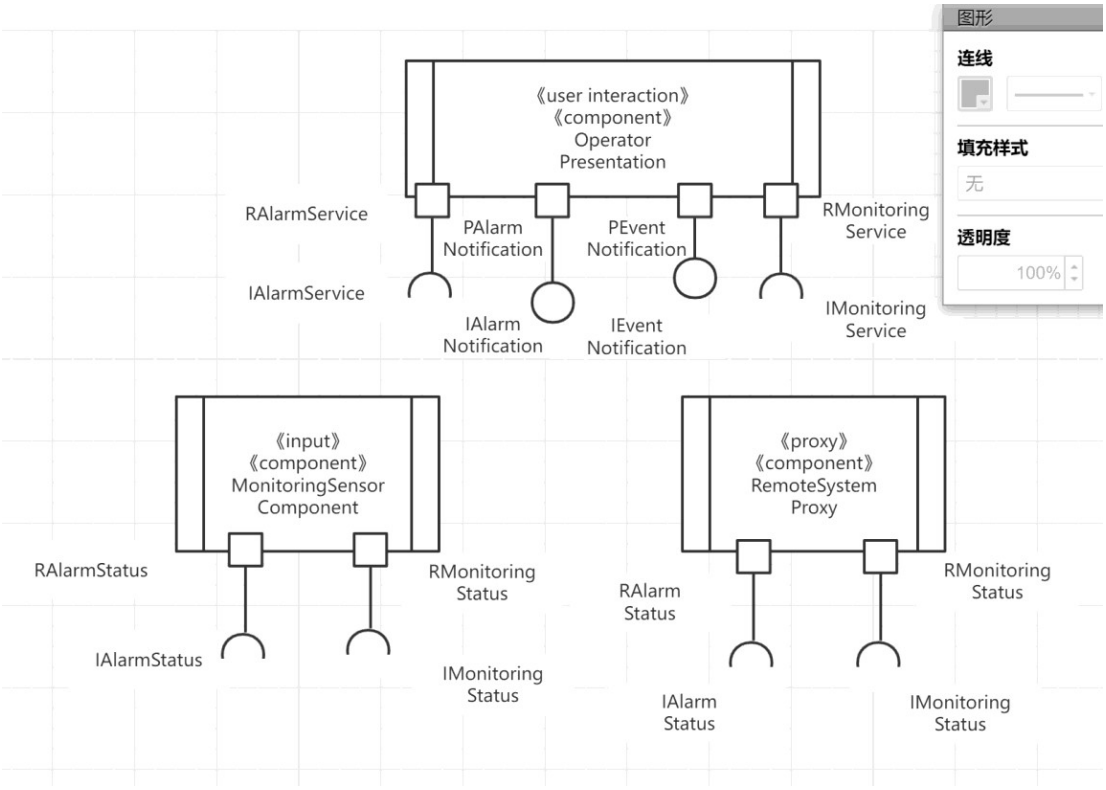


“操作员展现”构件通过 RAlarmService 请求端口使用 IAlarmService 请求接口来向“警报服务”发送警报请求和订阅请求。

“远程系统代理”和“监控传感器构件”（见图 23-11）通过 RAlarmStatus 请求端口使用 IAlarmStatus 请求接口来向“警报服务”发送新警报。

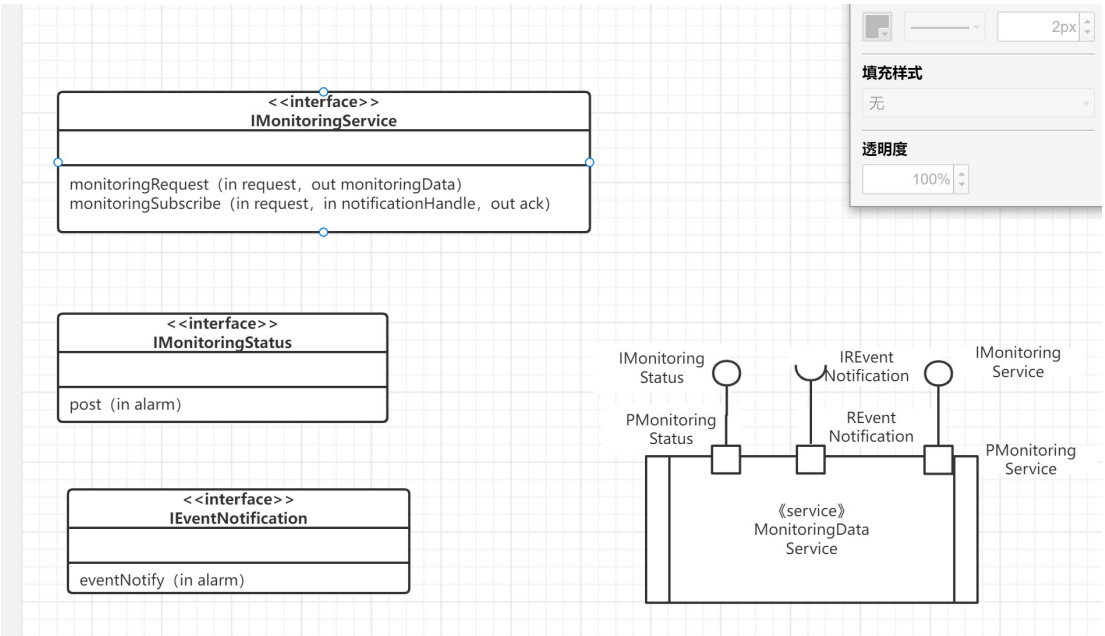
“警报服务”通过 RAlarmNotification 请求端口使用 IAlarmNotification 请求接口来向“操作员展现”构件发送警报通知。

“监控数据服务”的构件接口如下图所示：



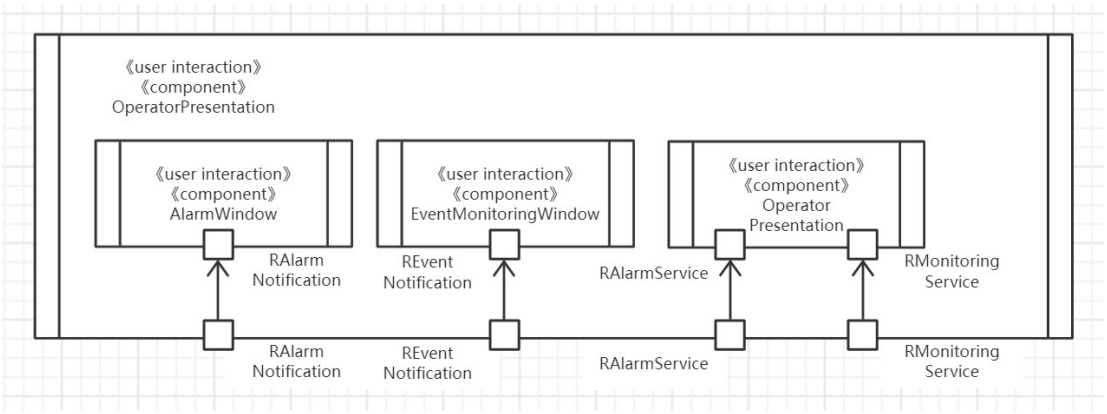
“监控数据服务”的设计与“警报服务”相似。它有 2 个供给接口，一个连接到客户端“监控传感器构件”和“远程系统代理”的请求接口来接收新事件；另一个连按到“操作员展现”构件的请求接口来接收监控请求。它有一个请求接口，连接到“操作员展现”构件的供给接口来发送通知事件。

客户端构件如下图所示：



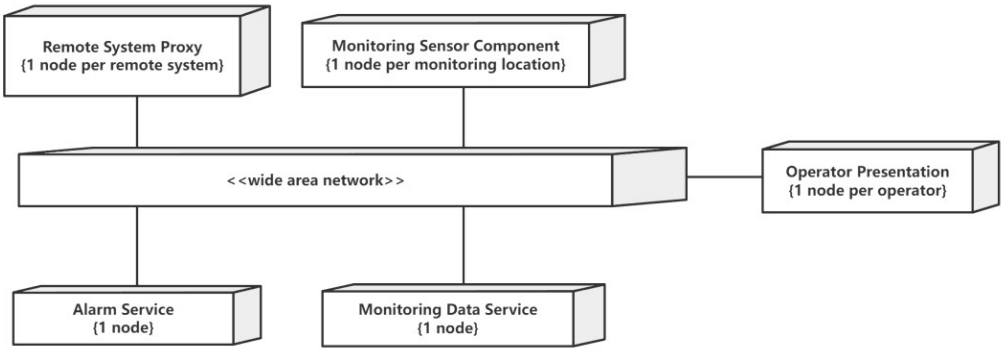
“远程系统代理”和“监控传感器构件”都有 2 个请求端口，每个端口分别有一个请求接口，用来分别对“监控数据服务”和“警报服务”发送事件或者警报。“操作员展现”有 2 个供给端口和 2 个请求端口，请求端口用来与“监控数据服务”以及“警报服务”通信。供给端口分别从“监控数据服务”和“警报服务”接收事件和警报通知。

“操作员展现”是一个复合构件，包含 3 个简单用户交互构件，分别是“操作员交互”、“警报窗口”和“事件监控窗口”。如下图所示：



6 软件构件部署

一个典型的“应急监控系统”的软件构件部署图如图所示。

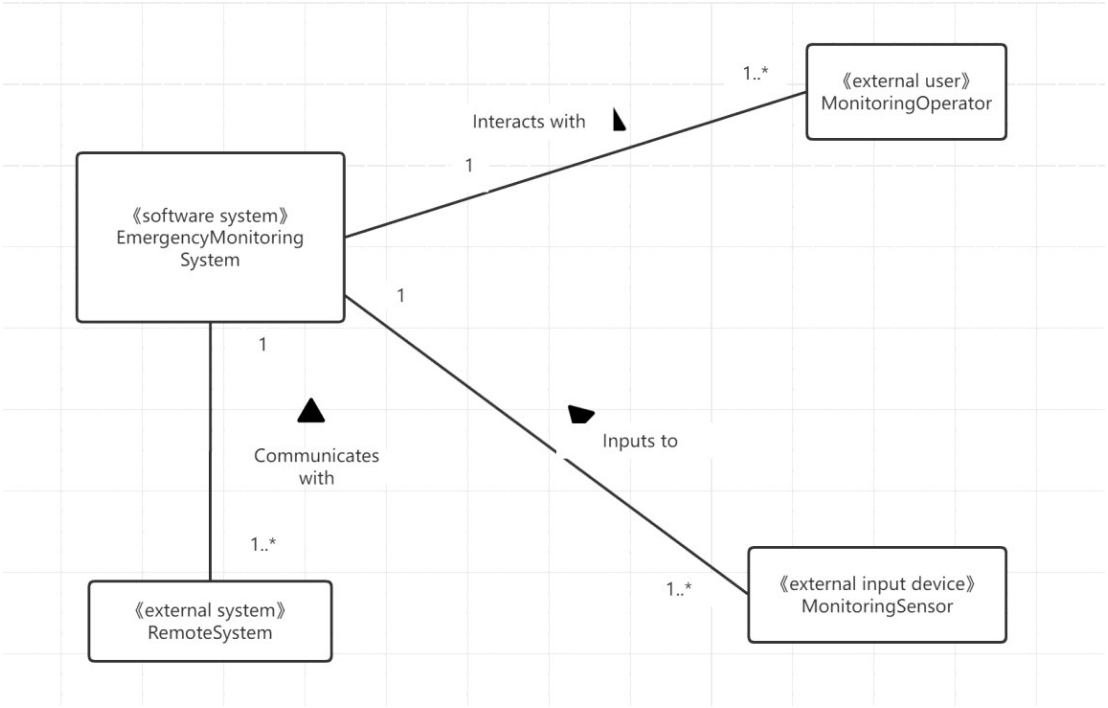


每一个客户端构件（每个构件都有多个实例）和每一个服务都被分配到了自己的物理结点上，如图所示。客户端构件包括“监控传感器构件”（每个监控位置一个结点）“远程系统代理”（每个远程系统一个结点）和“操作员展现”（每个操作员一个结点）。服务包括“监控数据服务”和“警报服务”（每个服务一个结点）。结点之间通过因特网连接。

五、分析与讨论

1. 上下文类图在确定系统的内部类方面的作用是什么？

应急监控系统的上下文类图如下图所示：



上下文类图定义了软件系统的边界。对于“应急监控系统”，外部类包含一个外部用户(“监控操作员”)、一个外部系统(“远程系统”）和一个外部输入设备(“监控传感器”)。由于每个外部类都有多个实例，因此每个外部类和图中的“应急监控系统”都是一对多关联。“远程系统”和“监控传感器”的公共行为是通过泛化的外部类“远程传感器”来刻画的，尽管没有必要在图中明确描述这一点。

2. 应急监控系统构件间的消息通信涉及到哪些消息通信模式？举例说明。

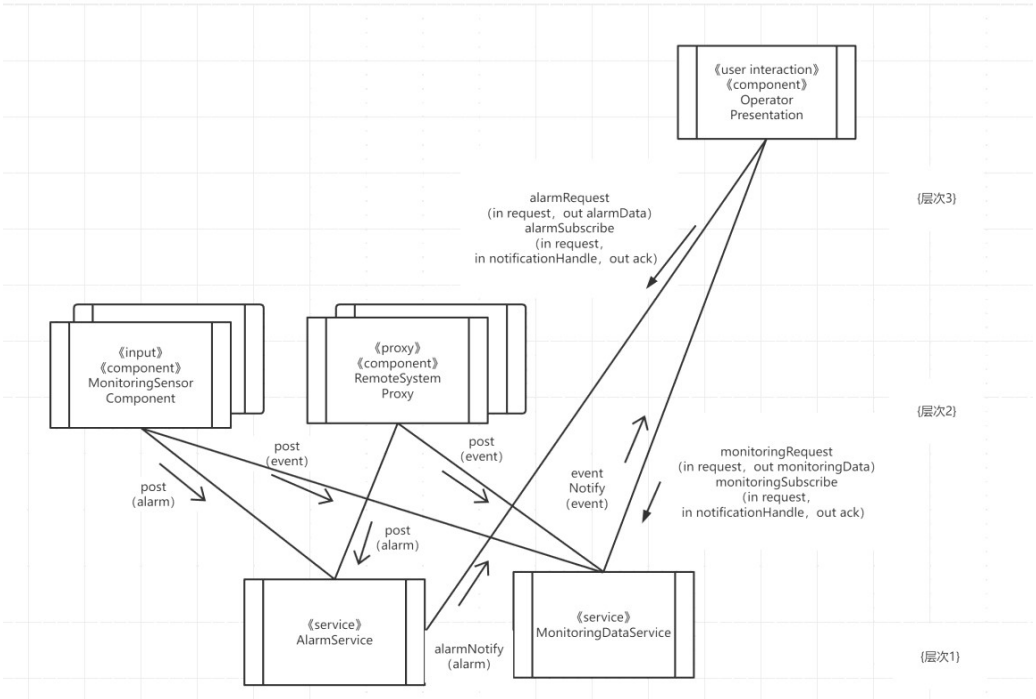
带回复的同步消息通信。这个模式是典型的客户端/服务通信模式，当客户端需要服务的信息并且不能在获得响应之前继续执行的时候使用这种模式。该模式使用在用户交互客户端和服务器之间，因为客户端需要服务响应才能继续。因此，它使用在“操作员展现”和“警报服务”之间，也用在“操作员展现”和“监控数据服务”之间。

异步消息通信。“监控传感器构件”和“远程系统代理”构件通过向“警报服务”发送异步消息来传送新的警报。“监控传感器构件”和“远程系统代理”构件也发送异步消息给“监控数据服务”。异步消息通信模式是因为“监控传感器构件”和“远程系统代理”构件需要定期发送警报和监控状态；它们需要无延迟地继续执行，而且不需要响应。

代理者句柄。代理者模式在系统初始化过程中使用。服务使用代理者注册服务信息:“代理者句柄”模式允许客户端通过查询代理者来确定它们应该连接到哪个服务。

服务发现。“服务发现”模式允许客户端发现服务，这使得系统在部署之后也能继续演化。

订阅/通知（多路)。“操作员展现”与“警报服务”以及“监控数据服务”有两种通信模式。第一个是客户端/服务情形中常用的一种通信模式，即“市回复的同步消息通信”模式，用于发起警报请求并接收响应。第二个是“订阅/通知”模式，其中“操作员展现”构件订阅某种类型的警报（例如高优先级的警报)。当“监控传感器构件”或者“远程系统代理”发送一个这种类型的警报给“警报服务”时，服务会通知所有订阅了这种警报的“操作员展现”构件。“监控数据服务”使用了相同的通信方式,其中客户端接收的是监控事件通知。



3. 供给端口和请求端口有什么对应关系？在基于构件的软件架构设计中如何表示各构件的端口之间的关系？

所有并发构件和服务通过端口通信。这些端口是支持供给接口的供给端口或者支持请求接口的请求端口。没有同时支持供给接口和请求接口的复杂端口。具体示例详见“5.4 基于分布式构件的软件体系结构”部分。

六、教师评语 签名： 日期：	成绩