

文章编号: 1005—0523(2005)01—0122—04

基于 UML 和 RUP 的系统分析方法在 SCADA 系统中的应用

陈秋琳, 杨丰萍, 卢伟海

(华东交通大学 电气与电子学院, 江西 南昌, 330013)

摘要: UML 是可视化建模语言的工业标准, RUP 是使用 UML 的最佳实践, 本文结合 UML 和 RUP 对电气化铁道 SCADA 调度端系统作了分析.

关 键 词: 面向对象; UML; RUP; SCADA

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

1 引 言

面向对象方法是一种新的分析、设计和思维方法. 面向对象方法学的出发点和所追求的基本目标是使人们分析、设计与实现一个系统的方法尽可能接近人们认识一个系统的方法, 也就是使问题空间和解空间在结构上尽可能一致, 其基本思想是: 对问题空间进行自然分割, 以更接近人类思维的方式建立问题域模型, 以便对客观实体进行结构模拟和行为模拟, 从而使设计出的软件尽可能直接地描述现实世界, 构造出模块化的、可重用的、维护性好的软件.

面向对象的软件工程要求首先对系统建立模型. 统一建模语言(UML)提供了一批基本的模型元素的表示图形和办法, 能简洁明了地表达面向对象的各種概念和模型元素, 可对任何具有静态模型和动态行为的系统进行建模, 现在已经成为面向对象建模语言的标准. 同时, Rational 统一过程(RUP)作为由 UML 的创立者提出的一种软件开发过程, 采用 UML 来制定软件系统的所有蓝图, 是有效使用 UML 的指南. 所以 UML 和 RUP 相结合进行软件系统开发自是相得益彰, 成为当今国际上领先的软件开发

方法, 得到了广泛的应用^[1]. 笔者就 UML 和 RUP 在电气化铁道 SCADA 系统调度端开发项目的分析阶段中的应用做了尝试.

2 需求分析

2.1 用例建模

SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)系统, 即数据采集和监视控制系统. 它可以实时采集现场数据, 对工业现场进行本地或远程的自动控制, 对工艺流程进行全面、实时的监视, 并为生产、调度和管理提供必要的数 据. SCADA 系统的主要结构包括三部分. 1) 远程终端单元 RTU; 进行数据采集和本地控制; 2) 调度中心; 进行集中监视和控制, 并提供统计曲线、报表等 SCADA 系统标准功能; 3) 通讯网络; 用于 RTU 与调度中心站及与其它 RTU 通信. 下面就结合国际标准的 IEC—870—5—101 协议(基本远动任务的配套标准), 来分析电气化铁道 SCADA 系统调度端的 Use Case 模型.

首先确定系统边界, 找出系统的活动者, 从活动者的角度宏观分析系统的功能, 得到系统的顶层用例视图如图 1 所示.

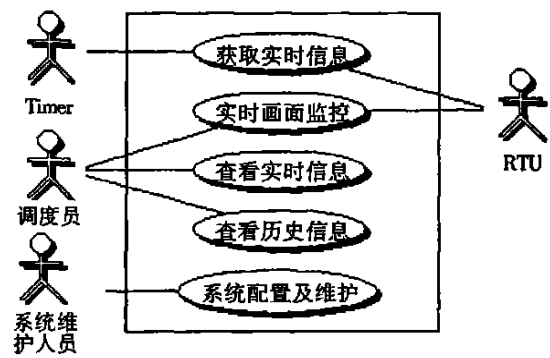


图 1 系统顶层 Use Case 图

获取实时信息用例是由定时器触发、调度中心通信服务与远方 RTU 通信来实现的,所以这里把定时器列为系统活动者.考虑 SCADA 系统本身的功能需求,从业务逻辑的角度分析,获取实时信息用例和实时画面监控用例属于系统的基础用例,所以应为高优先级用例.按照 RUP 增量迭代的原则,在早期的迭代中,选择顶层高优先级用例进行精化,得到目标层用例,有助于更快地理解领域、搭建领域模型^[2].下面就这两个用例做第二层精化如图 2 所示.

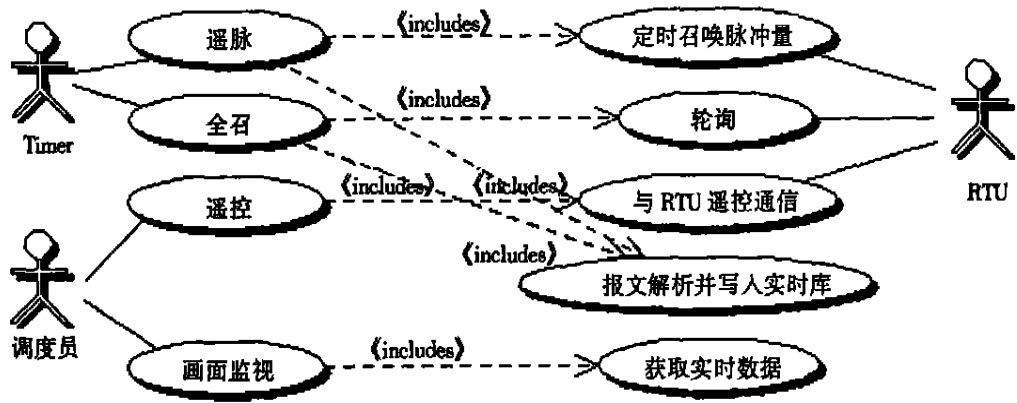


图 2 目标层 Use Case 图

依照基本远动任务的配套标准,对通道网络拓扑结构为环型的远动系统,调度中心与 RTU 交互的不同过程可分别用定时召唤脉冲量、轮询和与 RTU 遥控通信三个通信用例来体现,依次对应远动系统的遥脉、全召(召唤 1 级数据和 2 级数据,包含遥信和遥测)和遥控用例,其中轮询涵盖了标准中快速一校验一过程收集 1 级数据和向各站依次召唤 2 级数据相间进行的通信过程.另外全召和遥脉的最终目标是要把现场的实时信息以可利用的格式写入到实时数据库里,这里设计了一个报文解析并写入实时库包含用例来具体体现.画面监视用例和获取实时数据用例之间也存在着包含关系,即监视画面上要体现实时信息必须要不断从实时数据库中获取实时数据.

2.2 用例详述

用例建模系统要达到的目标,而要实际建立系统,则需要更具体的细节,这些细节可以用文档来详细描述,也可以用 Activity 图来直观地描述^[2].Activity 图解释活动者如何与系统交互来达到该用例的目标,有助于澄清任务和判断.下面绘制出用例的活动图.限于篇幅,本文只给遥控用例和画面监

视用例的活动图如图 3 和图 4,其余两个用例和遥控用例类似,都包含了与 RTU 通信的过程,可参照绘出^{[3][4]}.

根据标准的要求,遥控操作按照选择和执行过程进行,并且两个过程都有超时控制.如果调度通信服务在发出命令后没有在规定时间内接收到“选择确认”或者“执行确认”,则显示遥控失败,用例结束.另外接收到“选择确认”之后,调度员也可以选择“撤消命令”来结束该用例.在规定时间内被控设备状态发生与遥控类型一致的变化,该用例才真正成功.

监控画面按照固定的时间间隔从实时数据库里获取最新的数据,调度员也就可以直观地从画面上获取系统最新的运行信息.图 4 采用 UML2.0 中活动建模的新特性,用一个时间事件动作作为定时事件流的源头.

3 系统分析

面向对象系统分析的基本任务是:运用面向对象的方法,对问题域和系统责任进行分析和理解,

对其中的事物和它们之间的关系产生正确的认识,找出描述问题域以及系统责任所需的类和对象以及它们之间的静态和动态关系,最终产生一个符合用户需求,并能够直接反应问题域和系统责任的分

析模型.具体来说,分析阶段的活动主要是:发现对象;为对象分类;确定类之间的关系;确定对象之间的交互等.

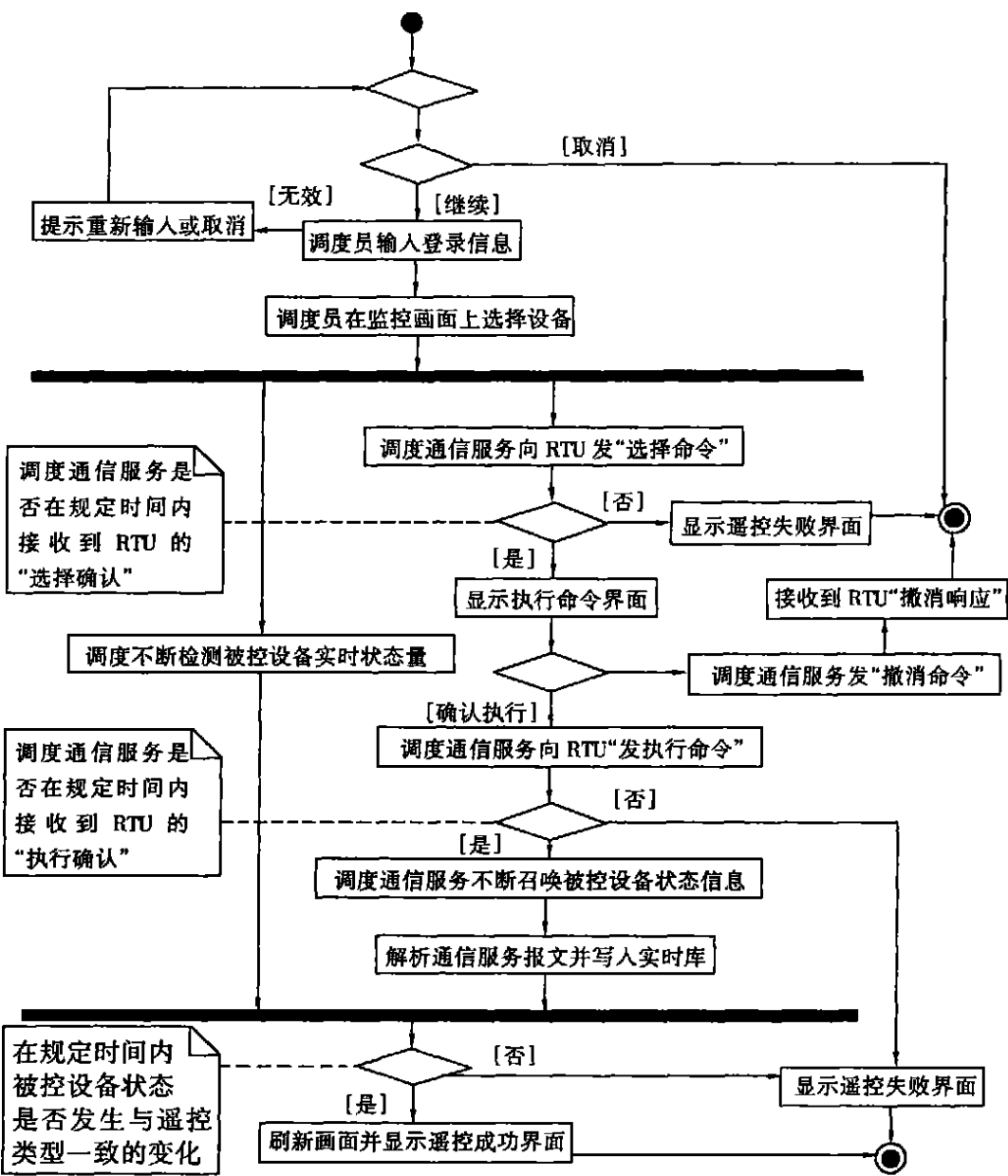


图3 遥控用例的活动图

3.1 确定分析类

在 RUP 的分析阶段类被分为三种类型:实体类、界面类和控制类.实体类用于对长效且持久的信息建模,主要是对诸如个体、实际对象或实际事件的某种现象或概念的信息及相关行为建模.界面类用于建立系统与其参与者(即用户和外部系统)之间交互的模型,经常代表对窗口、窗体、通信接

口、打印机接口、终端等的抽象.控制类代表协调、排序、演算、事务处理以及对其他对象的控制,经常用于包装与某个具体用例有关的控制.前面的需求分析中已经采用活动图详述了用例,在充分理解各用例的基础上,借助一些问题来识别系统的分析类,比如:用例的完成需要哪些实体合作;用例执行过程中会产生并存储哪些信息;

用例要求与之关联的每个活动者的输入是什么; 用例反馈与之关联的每个活动者的输出是什么等. 通过上述识别问题的辅助, 分析用例描述中的名词、名词短语、动词、动词短语, 结合领域知识对这些短语进行筛选, 得出如下结果^[2]:

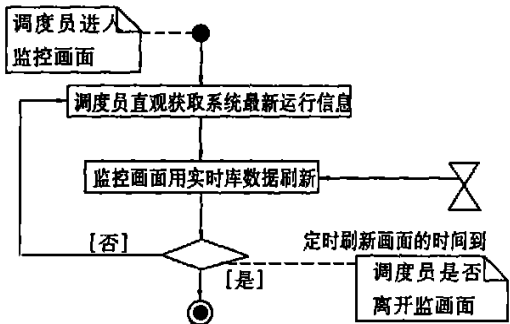


图 4 画面监视用例的活动图

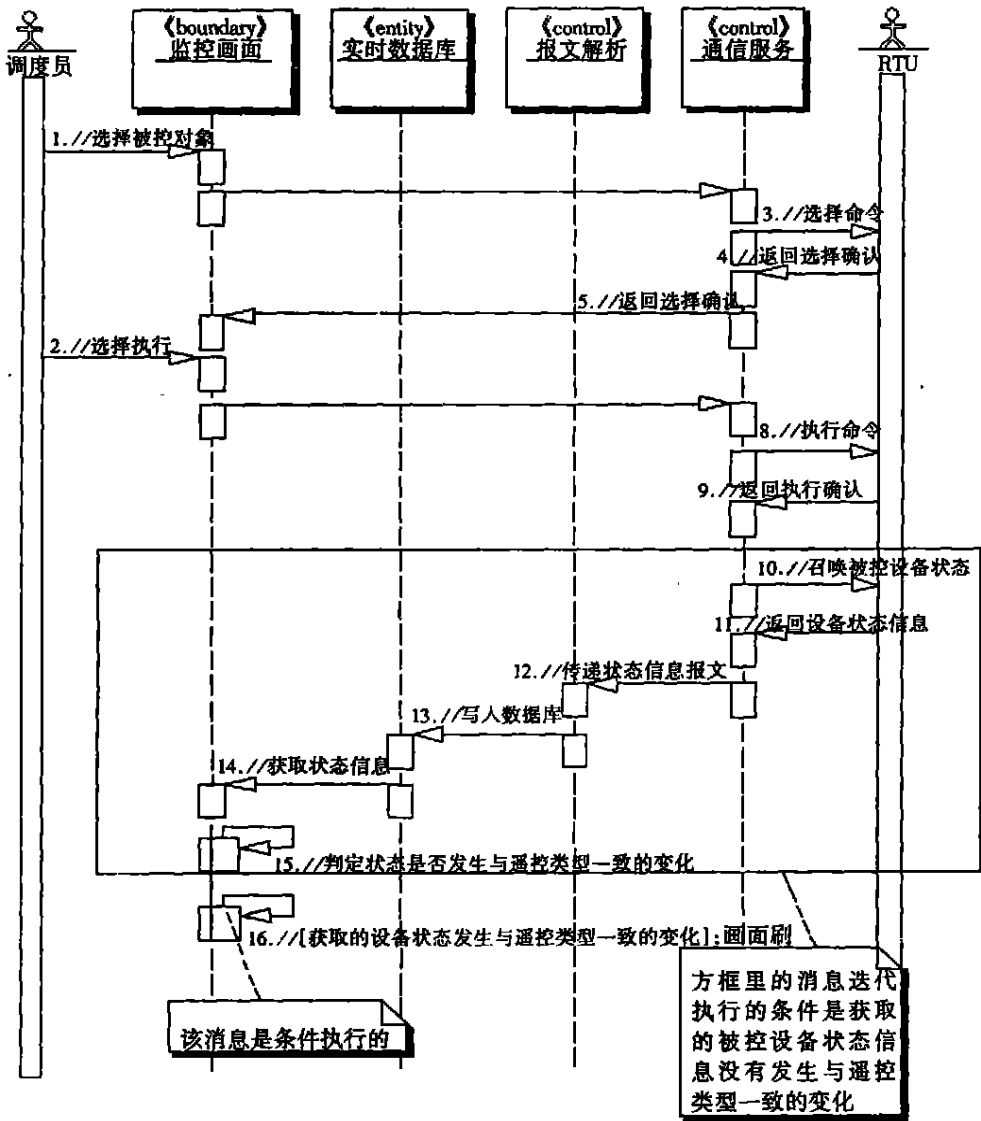


图 5 遥控用例顺序图

实体类: 实时数据库类; 控制类: 通信服务类, 报文解析类; 边界类: 监控画面类.

面向对象系统是通过对象间相互发送消息来完成系统功能的. 因此, 可以用对象之间的交互来“实现”用例中的功能, 这样, 这些对象间传递的消

息就可以映射为对象的操作. 这种方法充分体现了“用例驱动”的思想. 下面通过绘制交互图, 分析交互图, 来得到对象属性和操作. 图 5 可以比较清楚地看到分析类对象交互完成遥控用例的过程^[4].

按照前面活动图对该用例的描述, 可以知道该用例的整个实现过程中应该有几个决策分支点, UML 支持从某个决策点进行分支的能力, 但是这样会使顺序图变得极为复杂, 所以这里采用一个顺序图只表现一个逻辑方向的方法, 图 5 只画出了用例成功执行的消息序列, 其他逻辑场景的序列图可另外绘出. 从上面的图中可以看出, 监控画面类应该有“选择设备”、“选择执行”、“获取数据”和“画面刷新”等操作; 报文解析类应该有“接受报文”和“写数据”的操作. 另外, 对象还有一些通用的操作, 如: 创建和释放、连接(和其他对象连接)、访问(set 或 get 属性值)以及一些计算类的操作, 这些大多可以到设计阶段考虑. 依照这种方法对其他几个用例进行分析, 就可以得到各分析类的操作, 最终可以画出系统的初始类图, 这里由于篇幅的限制, 不再给出.

在以后的迭代过程中, 依次分析系统的其他低优先级用例和非功能性用例, 按照上面的步骤可以使分析模型得到不断完善.

4 结束语

在软件工程领域中, 随着面向对象技术的不断成熟完善, UML 以其精确强大的系统描述功能在最大程度上消除了建模的模糊性, 正被越来越广泛地应用. 同时 RUP 过程为软件开发提供了规范性的指南、模板和范例, 可用来开发所有类型的应用. 所以结合 UML 和 RUP 进行系统分析, 从而得到高质量的分析模型, 将会大大减轻软件开发后继步骤的负担. 这里我们采用 UML 和 RUP 对电气化铁道 SCADA 系统调度端系统做了分析, 为此类系统的开发提供了一个案例.

参考文献:

- [1] 武防震, 等. 基于 UML 的快递系统建模[J]. 微机发展, 2003, 3(3): 12~14
- [2] Jim Arlow, Ila Neustadt. UML 和统一过程: 实用面向对象的分析和设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003. 2
- [3] OMG Specifications: UML 2.0 Superstructure Final Adopted specification[S]. 2003, 8
- [4] Tom Pender. UML 宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

The Application of System Analysis Method Based on UML and RUP in SCADA System

CHEN Qiu-lin, YANG Feng-ping, LU Wei-hai

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: UML is an industry standard of visual modeling language. RUP is the best practice of using UML. This paper analyzes the control center system of a electrified railway SCADA system using UML and RUP.

Key words: Object-Oriented; UML; RUP; SCADA