

遥测数据处理系统 UML 建模与实现

张 东

(92941 部队 葫芦岛 125000)

摘 要: 遥测数据处理系统用于各项武器系统试验,完成遥测缓变和速变参数处理任务。为克服旧系统弊端,构建高效可靠的系统软件,采用面向对象的分析设计方法。在详细分析系统功能和需求基础上,利用建模语言(UML)在建模表述上的标准性和通用性,给出系统的用例模型、静态结构模型和动态行为模型。并以可视化图形界面展现系统功能结构,描述系统对象之间信息交互以及系统对动态事件的处理流程,从而使系统软件设计和开发工作更加规范合理,软件开发周期更短。最后完成了系统构建并成功应用于实际任务中,应用结果充分验证了模型的可行性和有效性。

关键词: 遥测数据处理系统;建模语言;系统建模

中图分类号: TP3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.6099

UML modeling and development of telemetry data processing system

Zhang Dong

(PLA Unit 92941, Huludao 125000, China)

Abstract: The telemetry data processing system is used for the tests of weapon system, and the telemetry data processing of slow variation parameters and fast variation parameters is completed in the meantime. In order to overcome the drawbacks of the old system and build a highly efficient and reliable system software, the object oriented analysis and the design method are used in this paper. On the basis of detailed analysis of system function and requirement, the use case model, the static structure model and dynamic behavior model are established using UML's standard and general characters in modeling expression. The function structures of the system are demonstrated by visual graphical interfaces. The models describe the information exchange between system objects and system for dynamic events processing, which makes the system software design and development work more standardized and reasonable, also shortens the software development cycle. Finally, the system construction is completed and applied to the actual task successfully, and the applications prove the feasibility and validity of these models.

Keywords: telemetry data processing system; UML; modeling

1 引 言

遥测数据处理系统主要任务是完成遥测缓变和速变参数的处理,为武器系统性能评定和故障分析提供依据。系统结构和功能比较复杂,涉及到数据预处理、缓变参数处理、速变参数处理等多个子系统。目前,系统主要为满足某些特定型号武器系统的遥测数据处理需求而设计实现。随着武器系统不断更新换代,系统需要频繁修改和调整,导致软件结构混乱,工作效率低。因此,有必要将系统利用面向对象技术,重新进行模块化设计,使其具有良好通用性和可扩展性^[1-2]。

文献[3-6]分别从遥测处理软件的模块功能、分布式处

理、XTCE 技术以及遥测仿真等方面建立系统,实现遥测数据处理,但是均没有说明系统如何利用面向对象设计和建模的问题。

综合以上分析,针对目前靶场遥测数据处理现状,文中通过分析系统功能和关键因素,基于面向对象的可视化通用建模语言(UML),建立了遥测数据处理系统各类模型,使系统构架更加清晰,工作效率更高,并以此实现系统建设,满足日益繁重的任务需求。

2 系统功能需求

遥测数据处理系统总体结构如图 1 所示。为完成试验任务,系统应具有如下功能。

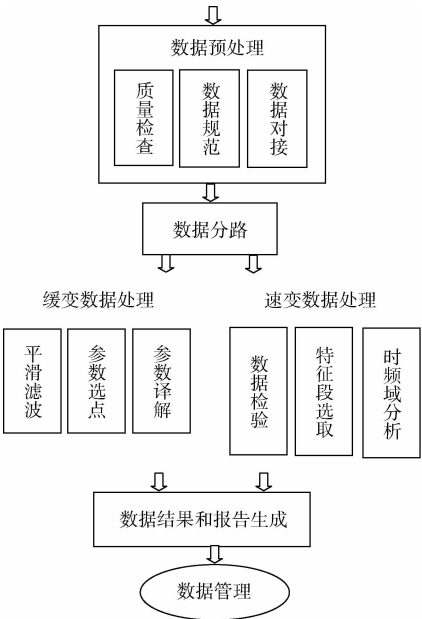


图 1 系统总体结构

- 1)数据预处理。接收各遥测站位原始测量数据,进行数据质量检查,完成数据规范化,使数据格式符合分路要求。
- 2)数据分路。将缓变和速变参数的原始测量值分离,通过参数译解恢复其真实物理量值,并完成多采样参数的时间修正。
- 3)参数处理。缓变参数处理将参数按指令、模拟量和数字量分类,按其特点和处理要求,利用各种处理方法进行深化处理,使其符合参数判读和分析的需要。速变参数处理是将速变参数通过数据检验和特征段选取等过程,在时

域、频域和时频域分别对参数进行各类谱分析。

4)报告生成。主要提供数据质量检查报告、缓变参数处理结果报告和速变参数处理结果报告 3 类报告。数据质量检查报告纪录了各遥测测量站位数据的质量情况;缓变和速变参数处理结果报告分别包括参数数据文本文件、时间历程曲线图、各类谱图等内容。

5)数据管理。构建基于网络的遥测数据库,将任务信息、原始测量数据、结果数据和报告等统一纳入数据库管理,实现数据的查询、修改、上传下载。

3 系统设计与建模

遥测数据处理系统的设计主要根据功能需求,采用 UML 技术对系统进行用例建模,静态结构和动态行为建模。静态结构描述了系统中的结构成员及其相互关系;动态行为描述了系统随时间变化的行为及静态图中结构性元素之间的交互。

在对系统建模时,必须考虑系统的逻辑和物理两个方面。逻辑方面主要是发现和描述对象类、接口、协同、交互和状态机等实物;而物理方面主要是找出组件和节点,用以描述系统中软件和硬件的物理架构。

3.1 用例建模

用例图是从用户角度描述系统功能,是用户所能观察到的系统功能模型图,用例图展示了各类外部执行者与系统所提供用例之间的连接。一个用例是系统所提供的功能单元,执行者是指使用这些用例的人或外部系统,执行者与用例的连接表示该执行者使用了此用例^[7]。

根据系统功能需求,分析系统的参与者和用例,给出系统顶层用例图,如图 2 所示。

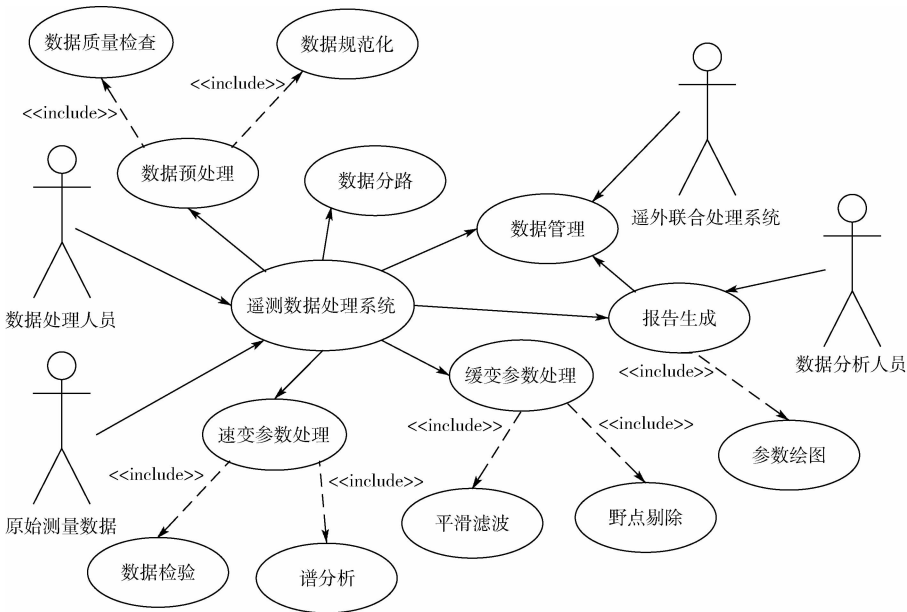


图 2 遥测数据处理系统顶层用例图

从图 2 可知,主要用例包括数据预处理、数据分路、缓变参数处理、速变参数处理、报告生成和数据管理。数据处理人员是遥测处理系统得的主要参与者,他们控制系统整个数据处理过程;原始测量数据是内部参与者,它为系统提供各测量站位的数据源。数据分析人员和遥外联合处理系统是外部参与者,他们分享系统各种处理结果,并为系统反馈相关特殊数据处理需求^[8-9]。

3.2 静态结构建模

UML 中的静态结构模型包括类图、配置图、对象图和组件图。类是一系列拥有相同特性对象的集合,将对象分类并组合降低了建模的复杂性,减少了建模中的元素数量,有助于描述复杂的系统。

类包括了实体类、边界类和控制类。实体类是与现实事物相对应的类,依据系统用例图,结合系统功能需求,构建 8 个主要实体类,具体包括:原始测量数据、处理任务配置、数据预处理、数据分路、缓变参数处理、速变参数处理、报告生成和数据管理。

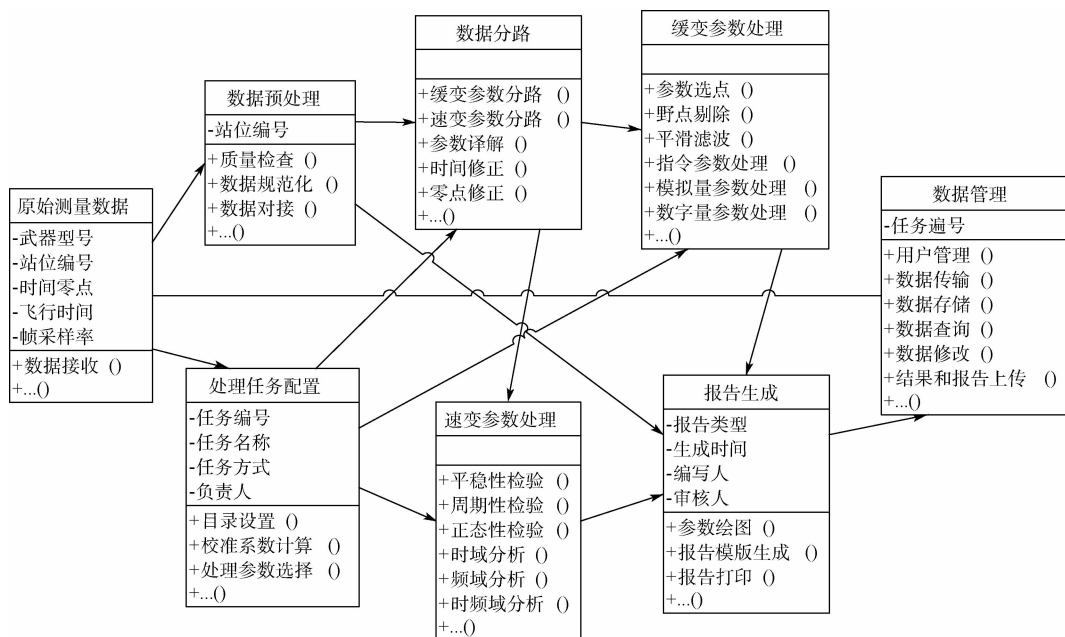


图 3 遥测数据处理系统类图

配置图用来描述系统硬件的物理拓扑结构以及在此结构上执行的软件,配置图描述了处理器、设备和软件构件运行时的体系结构,系统配置如图 4 所示。数据处理服务器是整个处理过程的中枢,数据分路和参数处理的功能都部署在此服务器上,测量数据库单独部署在服务器上,便于访问和管理。

3.3 动态行为建模

动态模型描述了系统随时间变化的行为,UML 提供了时序图、活动图、状态图和交互图四种图来描述系统的动态模型。

时序图描述了对象之间传递消息的时间顺序,向用户

报告生成和数据管理。其中,原始测量数据和处理任务配置两个类,是执行任务的必要条件,需要在进行数据处理前预先完成。

边界类是系统内的对象和系统外的参与者的联系媒介,系统边界类主要包括登录界面、主界面、可视化分析界面,遥外联合处理向导界面,数据库访问界面和系统帮助界面等。

控制类是系统管理实体对象与边界对象之间交互的仲裁对象,系统控制类主要包括管理程序、信息查询与显示程序、处理向导程序等。

系统类的多少取决于系统的复杂程度,复杂系统可能涉及很多的类,需要在系统开发过程中逐步识别确认,不断完善细化。类确定之后,就可以利用类图来表达它们之间的关系,如图 3 所示。通过建立类模型,可以帮助开发者更好地理解遥测数据处理系统内部静态结构关系。

提供了事件流随时间推移的、可视化的过程。根据系统实时性和动态性的要求,使用时序图进行动态行为建模,如图 5 所示。通过它可以帮助开发者理解遥测数据处理的交互过程。

图 5 分析了遥测数据处理过程中系统主要时序流程:试验任务结束后,接收到各遥测站位的原始数据,首先进行数据预处理,完成质量检查和规范化等过程,数据质量检查结果直接送往报告生成功能单元,生成各站位的数据检查报告,根据此报告选取或对接最佳数据源。在数据处理过程中,分别完成缓变和速变参数的处理,最后将各类数据处理结果和报告上传数据管理功能单元。同时,原始

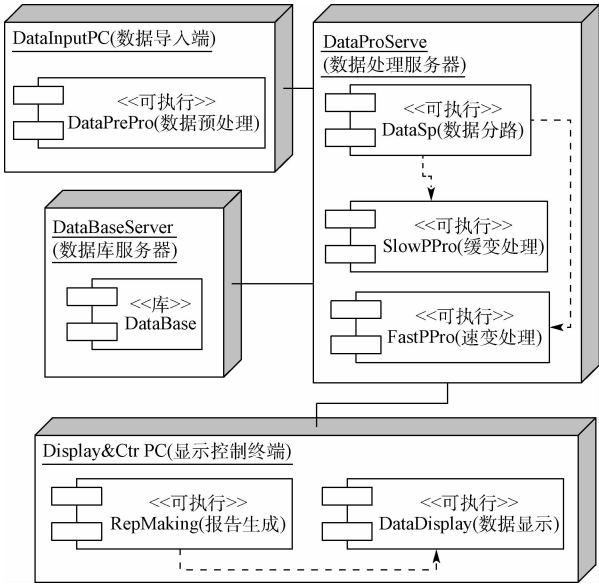


图 4 遥测数据处理系统配置

数据也通过数据传输上传至数据管理,供数据分析人员和
遥外联合处理系统使用。

活动图通常用来描述完成一个操作所需要的活动。
图 6 用活动图的形式描述数据分路细节过程,即如何利用
参数配置文件,将不同类型参数从数据源中提取出来。

由以上论述可知,系统建设首先要根据需求拟制结构
流程图,然后依次设计用例图,分析用例图的活动细节得
到系统静态模型,再深入具体用例获得系统动态模型,最
后对模型反复优化和修正,得到符合系统开发需求的
UML 模型。

4 系统实现与测试

依据系统功能分析和设计所建立的各类模型,系统实
现需要将这些模型进行扩展和转化,最终形成可行的技术
实现方案。

4.1 系统构建

遥测数据处理系统架构基于 3 层架构模式,采用 C/S

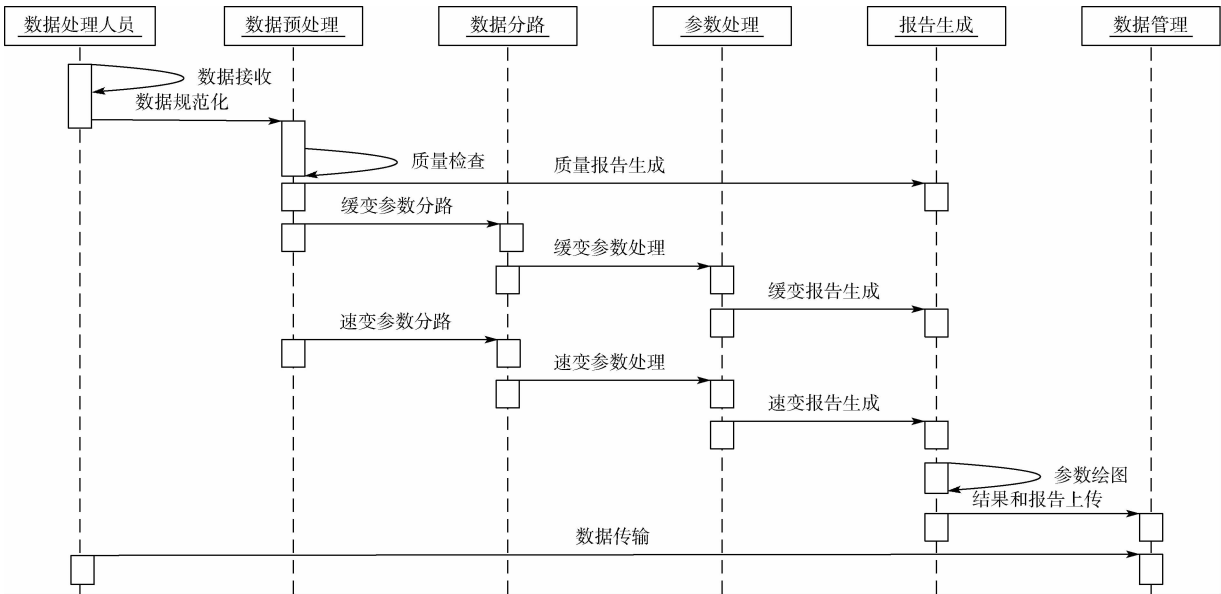


图 5 遥测数据处理系统时序图

和 B/S 相结合的混合模式。系统采用 C/S 模式完成任务
数据上传、数据处理、报告生成等功能,保证任务信息和测
量数据的高度安全性、一致性及传送和处理的高效性。采用
B/S 结构实现数据发布、远程查询、修改、用户管理及系
统配置等简单操作,使用方便,零安装零维护。
系统采用 VC. NET 的 MFC 程序框架编程实现 C/S
访问模式,采用 Java 语言实现 B/S 访问模式,系统数据库
采用 Oracle 数据库,利用 ODBC 技术与数据库进行
连接^[10-11]。

4.2 系统测试

系统在执行试验任务前,必须进行各种性能测试和验

证,以某型武器系统试验数据处理为例说明其性能。
遥测参数配置文件如图 7 所示,通过对 5 个站位的测
量数据质量检查,选取最佳数据源,在规定时间内(10 min)
完成速、缓变共计 534 个参数的处理,并通过与原系统处
理结果比对验证其准确性。测试表明,系统工作稳定,处
理速度符合任务规定,生成的文本数据和图形文件均满足
参数判读和分析要求。其中,参数绘图界面如图 8 所示,
可以实现所有参数的时间历程曲线显示,并能以文档形式
保存。

另外,采用 UML 建模指导编程的方法,不仅较大程度
上节省了系统软件开发时间,而且提高了系统软件的可扩

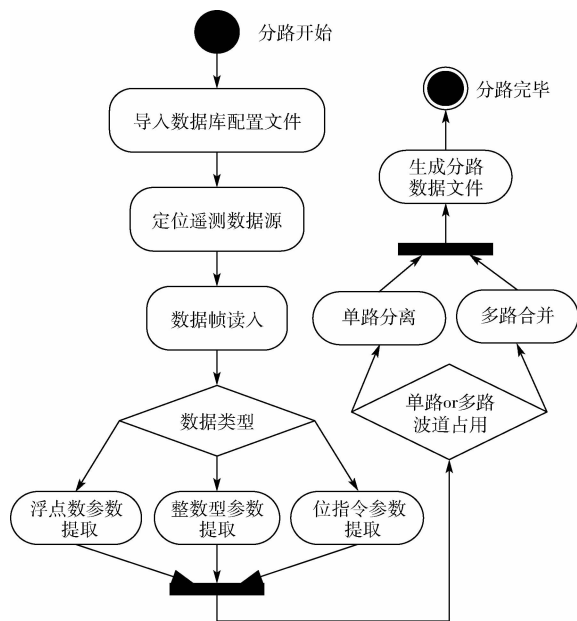


图 6 遥测数据分路活动图

参数属性：表									
参数名称	物理量含义	单位	数据类型	参数类型	量纲号	路号总数	最大值	最小值	处理类型
GB01	工作状况	1	无符号数	特殊副帧	3	2	20000	0	公式法
GB02	工作结果	1	无符号数	特殊副帧	3	2	40000	20000	公式法
GB03	固体Y向加速度	g	C30浮点数	特殊副帧	3	4	30	-10	公式法
GB04	固体Y向加速度	g	C30浮点数	特殊副帧	3	4	10	-10	公式法
GB05	固体Z向加速度	g	C30浮点数	特殊副帧	3	4	10	-10	公式法
GB06	俯仰角速率	°/s	C30浮点数	特殊副帧	3	4	35	-15	公式法
GB07	航向角速率	°/s	C30浮点数	特殊副帧	3	4	20	-30	公式法
GB08	俯仰角速率	°/s	C30浮点数	特殊副帧	3	4	10	-10	公式法
GB09	航向速度	m/s	C30浮点数	特殊副帧	3	4	10	-10	公式法
GB10	垂直速度	m/s	C30浮点数	特殊副帧	3	4	10	-10	公式法
GB11	侧向速度	m/s	C30浮点数	特殊副帧	3	4	10	-10	公式法
GB12	俯仰角	°	C30浮点数	特殊副帧	3	4	5	-10	公式法
GB13	航向角	°	C30浮点数	特殊副帧	3	4	200	-200	公式法
GB14	俯仰角	°	C30浮点数	特殊副帧	3	4	20	-20	公式法

图 7 遥测参数配置文件

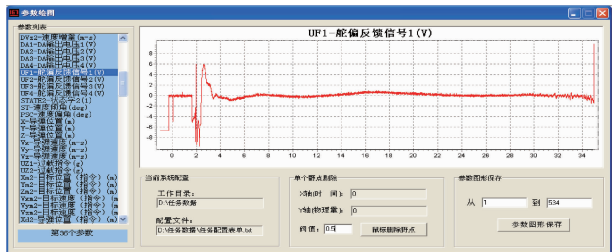


图 8 参数时间历程曲线

5 结 论

本文主要基于 UML 面向对象的系统分析和设计方法,对遥测数据处理系统建模,并采用.NET 编程和网络数据库等技术完成系统构建。此系统已成功应用于实际任务中,不仅实现了任务中遥测数据的处理和管理,改善了以往系统结构混乱、数据共享不及时等问题,提高了遥测数据处理效率,而且该模型的建立也为系统下一步升级改造提供了参考模型和一定的理论指导。

参考文献

- [1] 陈以恩. 遥测数据处理[M]. 北京:国防工业出版社,2002.
- [2] 李邦复. 遥测系统[M]. 北京:宇航出版社,1999.
- [3] 沐俊山,李晓勇,孙楠,等. 星箭分离后箭遥数据处理系统的软件设计与实现[J]. 遥测遥控,2011,32(3): 38-42.
- [4] 李攀,李绪志. 高速卫星遥测数据处理系统的设计方案[J]. 计算机工程与设计,2012,33(1):198-203.
- [5] 曲艺,刘玉荣,左江涛,等. 基于 XTCE 标准的遥测数据处理软件架构研究[J]. 飞行器测控学报,2012, 31(1):60-64.
- [6] 杜宏银. 一种遥测数据处理系统设计[D]. 西安:电子科技大学,2011:54-55.
- [7] 唐学忠,胡智喜,费贤举. UML 面向对象分析与建模[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [8] 张屹,魏学业,何春明. 基于时间化 UML 的安全通信模型检测[J]. 电子测量与仪器学报,2010,24(10): 942-946.
- [9] 陈宜文,许斌,郝建华,等. 基于 OFDM 技术的电力线通信系统建模与仿真[J]. 国外电子测量技术,2015, 34(2):21-26.
- [10] 聂建辉,马孜,胡英,等. 一种自定位实物数字化系统的设计与实现[J]. 仪器仪表学报,2014,35(8): 1844-1851.
- [11] 王磊,陈杰,曹建蜀等. 机载预警雷达探测过程 UML 建模与系统实现[J]. 系统工程理论与实践,2013, 33(8):2156-2162.

作者简介

张东,工学硕士,主要研究方向为遥测数据处理。
E-mail:lidonglooming@126.com