

基于统一建模语言的声纳显控软件设计

于海春[†] 冯师军 孙长瑜

(中国科学院声学研究所 北京 100190)

摘要 运用 UML (统一建模语言) 对声纳显控软件进行建模, 以适应声纳显控软件越来越丰富的功能要求, 构建了声纳显控软件系统的用例图模型、顺序图模型和类图模型。以拖曳式被动声纳为例, 利用基于 UML 的软件模型进行软件开发, 开发了一套声纳显控软件。

关键词 UML, 建模, 用例图, 顺序图, 类图

Design of a software system for sonar-display-command platform based on unified modeling language

YU Hai-Chun FENG Shi-Jun SUN Chang-Yu

(Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract This paper builds a modeling of software system for sonar-display-command platform using UML (Unified Modeling Language). The model can suit the more various requirements. The models for diagrams as use the case diagram, the sequence diagram and the class diagram have been built. A display-command platform software system based on UML for towed array sonar has been achieved.

Key words UML, Modeling, Use case diagram, Sequence diagram, Class diagram

1 引言

声纳显控系统是声纳系统中重要的组成部分, 它是声纳员与声纳之间的桥梁, 是人机交互的途径^[1]。随着声纳系统的发展, 所提供的信息越来越丰富, 显控软件的功能也随之增加, 这使显控软件的设计和开发难度逐渐增大。功能的丰富使软件分析设计文档变得冗长而繁杂, 这样的文档很可能难以突出软件的重要功能以及不同功能之间的联系, 而以自然语言构成的文档在客户与开发

者交流时容易出现理解偏差, 这也给后期的系统开发带来可靠性难以保证的问题。如果把显控软件看成声纳系统中相对独立的一个软件系统, 那么从软件系统开发的角度来看, 解决这个问题的关键是要有一种系统设计、开发人员和客户都易于理解的组织方式来统一系统设计和开发过程^[4]。UML (统一建模语言)^[2]就提供了这种方式, 它以丰富的图形和符号来描述系统的各个方面, 包括从可以很容易被客户理解的用户图到分发给不同开发小组成员用以指导编码的详细类图。

2007-12-17 收稿; 2008-05-22 定稿

作者简介: 于海春(1981-), 男, 中国科学院研究生院博士研究生, 研究方向: 水声信号处理、仿真及信号采集。

冯师军(1977-), 男, 助理研究员。

孙长瑜(1954-), 男, 研究员, 博士生导师。

[†]通讯作者: 于海春, E-mail: yuhaichun1981@126.com

本文将 UML 建模引入到声纳显控软件设计与开发中，以某种拖曳式被动声纳显控软件为例论述基于 UML 建模的声纳显控软件建模与设计方法。这种方法也可以应用于其他类型声纳的软件系统的设计与开发。

2 统一建模语言（UML）^[2,3]简述

UML 是一种系统分析设计专用语言，通过可视化的图形符号结合文字说明或标记，可以帮助业务/系统分析员、软件架构师/设计师、程序员等各种建模者有效地描述复杂系统（或业务）的静态结构和动态行为，包括工作流（数据流和控制流）、功能需求、结构元素及关系、架构组成、设计模式、对象协作、事件响应和状态变化等等。UML 本身不是编程语言，不能直接用来生成可执行的软

件。它是一种抽象层次比 C、C++、Java、VB、Delphi 等文本高级语言更高的图形语言，通过它我们可以抽象地表示用高级编程语言编写的文本程序的逻辑结构和行为。相比传统的高级编程语言，UML 能够更加高效、准确地反映软件设计的方案和思路。

UML 的目标是为需要建立系统的各个方面建模。它有足够的表达能力以便处理系统中出现的概念（例如并发和分布）以及软件工程中使用的技巧（如封装和组件）。“视图”是表达系统某一方面特征的 UML 建模组件的子集，可以在每一类视图中使用一种或两种特定的图来可视化地表示视图中的各种概念。表 1 列出了 UML 的视图和视图所包括的图以及与每种图有关的主要概念。限于篇幅，本文对于 UML 中的各种视图的概念不作详细说明，感兴趣的读者可以参阅文献[2]。

表 1 UML 视图和图

主要的域	视图	图	主要概念
结构	静态视图	类图	类、关联、泛化、依赖关系、实现、接口
	用例视图	用例图	用例、参与者、关联、扩展、包括、用例泛化
	实现视图	构件图	构件、接口、依赖关系、实现
	部署视图	部署图	节点、构件、依赖关系、位置
动态	状态机视图	状态机图	状态、事件、转换、动作
	活动视图	活动图	状态、活动、完成转换、分叉、结合
	交互视图	顺序图	交互、对象、消息、激活
		协作图	协作、交互、协作角色、消息
模型管理	模型管理视图	类图	包、子系统、模型
可扩展性	所有	所有	约束、构造型、标记值

3 拖曳式被动声纳显控软件设计

本节简要论述如何利用 UML 构建拖曳式被动声纳显控软件的模型。通过用例图，类图和顺序图对系统进行建模，可以清晰描述声纳显控软件的功能和结构，这些模型对于迅速开发可靠的软件系统具有重要

的意义。

3.1 建立用例模型

用例图是使用 UML 设计新系统的起始点，是有关系统细节的最高形式。它的主要内容不是介绍系统如何运作，而是说明谁要使用系统以及他们使用该系统可以作些什么。它的主体是参与者和用例，参与者可以是人或者另一个系统，用例是系统具备的动作。

对于拖曳式被动声纳显控软件来说,系统的参与者有声纳操作人员以及为显控系统提供数据的信号处理系统。可以利用“系统为用户做什么”的格式粗略描述:

- (1) 显控软件为操作人员提供设置/改变(信号处理)系统工作参数的人机交互接口。
 - (2) 显控软件为操作人员显示信号处理系统的处理结果。
 - (3) 显控软件为操作人员输出听测音频信号。
- 通过上面的描述,可以提取出系统参与者和用例。

和声纳操作人员有关的用例是参数输入、参数设置、控制音频设备和音频信息获取;和信号处理系统相关的用例是上传数据和结果显示,图 1 是针对拖曳式被动声纳建立的用例图模型。

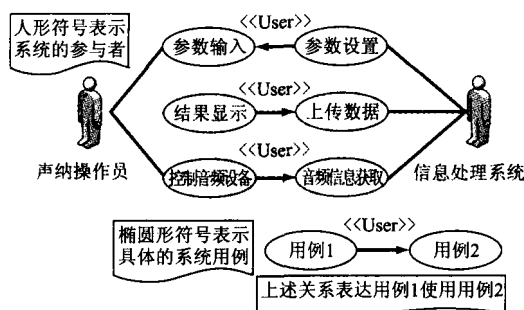


图 1 针对拖曳式被动声纳的用例图模型

在建立用例图模型之后,我们可以在不同的用例环境中提炼对象,之后可以使用顺序图描述对象之间的消息传递。

3.2 建立类图模型

类图^[2]是由组成系统或者子系统的构造块构成的静态图,它的建立是由用例驱动的。类图表达的信息是组成系统的各个类及其相互之间的关系,同时还指示了数据的所在位置,类特性和操作在什么地方可用等等。关于类图的标记及其意义见参考文献[2]。

类图模型依据用例图模型建立,需要我们从每一用例的实现中发现对象并建立类图模型。通常这也是建模的难点与关键。在这一阶段的建模中,我们需要标识对象们及它们之间的关系,标识对象的属性和它们的行为,最后将对象归纳为类。分析的过程是一个迭代的过程。用例实现系统的功能需求需要通过各种对象的活动来完成,用例确定后,设计者就可确定参与的对象,并且从对象的交互中发现对象间的关系。两个对象间的交互表示它们之间有关联。

按照上面的方法标示对象并识别系统中不同的类,可建立类图模型,我们建立的类图模型如图 2 所示。

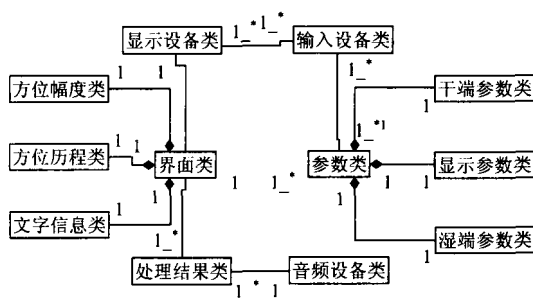


图 2 显控软件的顶层类图

其中处理结果类的继承关系如图 3 所示:

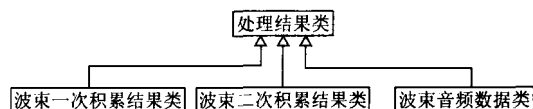


图 3 处理结果类的继承关系

类图描述了显控软件中事物之间的特性与关系,模型中继承与多态性为软件的重用提供了保证。接口与实现的分离可以保证系统的安全性及通用性,在类层次结构的顶端定义抽象类或接口,其具体实现方法则定义在实现类或其派生类中。

系统类图建模将会经历一个由粗糙到详

细的迭代过程, 类图建模会从用户可以理解的粗糙模型最终成为只有开发小组成员才能理解的详细模型。限于篇幅, 详细的类图建模过程在本文中就不再赘述。通常, 类图建模最终会进行到具体编码工作之前。建立类图模型可以保证系统的通用性、适应性、可扩充性和可重用性的需求, 对于提高开发效率具有重要的意义。

3.3 顺序图建模

顺序图表达参与者与系统的交互信息, 它可以清晰的表达不同系统功能的工作流。在顺序图中, 活动对象之间通讯的方式是消息。通常, 每一个用例环境会涉及多个对象, 这多个对象的动作和相互的通讯会构成一个工作流。限于篇幅, 我们只讨论信号处理结果显示这个用例, 它的工作流是由信号处理系统开始的, 最终在界面上显示当前的计算结果。其顺序图建模如图 4 所示。

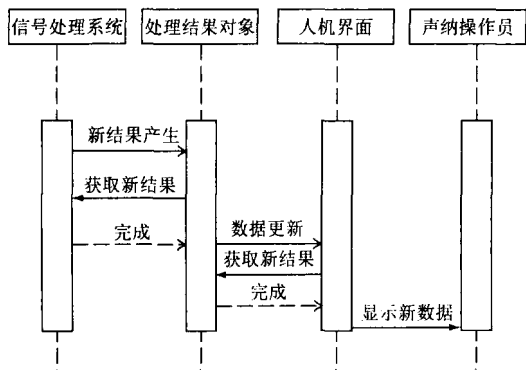


图 4 更新显示结果的顺序图建模

与用例图不同的是, 顺序图表达的是系统的动态信息。它清晰显示了系统与外部以及系统内部的工作流程和消息传递信息。

4 声纳显控软件系统的实现

显控体系结构采用模型-视图-控制器(MVC)设计模式, 在 VC++6.0 平台环境中开

发。用单文档的形式实现模型中显示类对象, 视图中左边的醒目位置显示“方位-强度”和“方位-历程”图, 其中“方位-历程”图采用灰度图显示, 右侧显示系统的各种参数及控制按钮。波束一次积累类、波束二次积累类和波束音频数据类都是由处理结果类派生而来, 其定义在文档对象中。最终我们完成的显控软件界面的工作图如图 5 所示。

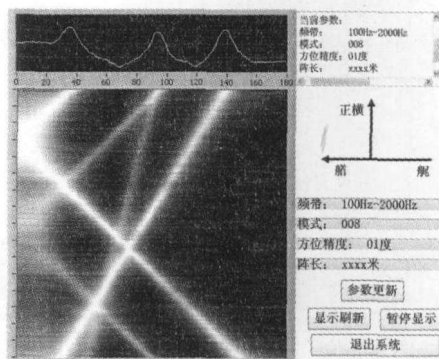


图 5 拖曳式被动声纳显控软件界面工作图

5 结论

本文中简要论述了利用 UML 对声纳显控软件建模的过程。我们在建立显控软件中使用了例图、比较粗糙的类图和顺序图模型。一系列的建模活动可以明确地显示出了显控软件的工作流程和结构。在建模工作结束之后, 可以根据建立的软件模型进行编码工作。由于在建模中已经完成了系统内部的数据结构和接口定义, 这样就使编码时间大为缩短, 同时系统的维护也变得比较方便。

实践证明, 利用 UML 对声纳显控软件建模可以有效提高开发效率, 提高系统稳定性。对于本文所示系统, 不包括建模过程, 从开始编码到完成满足功能要求的系统只用了不到一个月的时间。由于有类图模型详细显示了系统结构, 使系统的后期调试和修改也十分方便。

参 考 文 献

- [1] 李启虎. 数字式声纳设计原理. 第1版. 安徽教育出版社, 2003.2.
- [2] 姚淑珍、唐发根等. UML 参考手册. 第1版. 机械工业出版社, 2001.1.
- [3] 邵维忠, 梅宏. 统一建模语言 UML 述评. 计算机研究与发展. 1999, 4(36).
- [4] 周伯生、冯学民、樊东平(译). 统一软件开发过程. 第1版. 机械工业出版社, 2004.11.

“基桩声测与动测技术”书评

吴庆曾高级工程师编著的“基桩声测与动测技术”，由中国电力出版社 2008 年底出版。全书共 18 章，包括五个部分内容：1. 绪论；2. 声学原理、换能器、超声检测仪器、跨孔检测桩身缺陷原理、声波层析成像(CT)在桩基工程中应用等；3. 单孔声波测井、介绍管波勘探对桩位围岩岩溶与软弱结构面的探测原理和方法；4. 介绍声波反射波法（低应变反射波法）检测基桩完整性、反射波频域分析、信号分析与处理、反射波检测基桩倾斜度以及混凝土板厚测试等；5. 介绍基桩高应变动力检测技术。

该书的特点：1. 理论联系实际。基桩质量检测涉及两个方面：一是桩身的完整性强度；二是基桩承载力是否达到设计要求。基桩声测与动测技术基于弹性波理论，也涉及建筑学、地质学、声学、弹性力学、土力学、电子学、数学信号处理和传感器技术等，该书用声学理论解析桩身完整性，所以基桩声测与动测技术是较典型的应用检测声学学科之一。2. 实用技术。基桩质量检测涉及到建筑物和人民生命与国家财产安全，它已成为我国土木工程建设检测验收的重要手段。该书中详细介绍基桩质量的声测与动测方法应用，有大量工程实测数据实例，比较实用，对从事基桩检测的工程技术人员具有参考价值。3. 科研成果与经验总结。作者长期从事检测声学的应用研究工作，特别是在岩体、混凝土声学检测方面，开发了声波检测仪器、传感器以及检测方法与应用等做了大量研究工作，有 40 余年的积累，为写本书打下了坚实基础。

该书作者为我们阐述了检测声学的一项重要应用，本人很高兴地推荐给读者。

（同济大学声学研究所 林维正）