

构件库设计在海上测控软件系统中的应用

周锦标 李永刚 鲍俊雷

(中国卫星海上测控部)

摘 要 通过分析海上测控软件的技术和质量需求,设计生成各构件,并在软件体系结构层次上对构件间的关系进行抽象描述,统一定义接口,形成可复用构件库,使数据的互动和交换关系更为清晰,架构模型简单有效,有助于提高海上测控开发效率和软件质量。

关键词 构件库 体系结构 需求分析 接口

随着我国航天事业的发展,海上测控任务日益繁重,频度不断提高,任务准备时间不断缩短,实战软件的开发和维护工作要求高效率地完成。同时测控模式和测控设备也不断更新,未来的测控软件所面对的对象中将不断有新的成员加入,其处理的方法和要求也将有很大的不同;即使对同类的飞行器对象,其方法要求也有众多的变化。由此带来软件开发变化大、维护工作繁重、质量控制难等问题,迫切需要解决。而软件重用可以减少软件开发的重复劳动,提高效率和质量。基于软件重用技术来开发海上测控软件系统,可对不同的飞行器测控需求进行系统的重构,无需投入太多的时间做较大的修改即可形成新的测控软件系统,提高了开发质量和效率。

在海上测控软件系统开发中利用软件重用技术,建立和管理构件库,可以满足海上测控系统模块化、可扩展、可集成等要求,减少开发工作量,缩短系统的开发周期,同时也提高了系统的可靠性。按照构件库程序设计思想,复杂的测控系统被设计成一些小的、功能单一的构件和模块,通过统一的数据库进行管理,进行模块化开发和配置,可使海上测控软件工程化程度大大提高,模块的重用和模块间的重构成为可能。

本文通过分析海上测控技术和质量需求,经逐层、分级抽象,设计各软件构件,在体系结构层次上对模式、接口和框架进行描述,形成可重用构件库,为提高海上测控软件开发效率和质量提供了可靠的基础。

1 软件构件和软件重用技术

具有一定集成度并可以重复使用的软件组成单元称为软件构件。软件复用可以表述为:构造新的软件系统可以不必每次从头做起,直接使用已有的构件,即可组装或加以合理修改形成新的系统。复用合理化并简化了软件开发过程,减少了总的开发工作量与维护代价,既降低了软件的成本又提高了生产率。另一方面,由于构件是经过反复使用验证的,自身具有较高的质量。因此,一般说来由构件组成的新系统也具有较高的质量。

软件重用是指重复使用“为了重用目的而设计的软件或者软件要素”的过程。具体地说,软件重用是对领域知识、领域模型、软件需求说明书、软件设计说明书、软件功能模块分析、软件测试方法、软件测试用例、软件测试结果和面向对象程序设计中的类等所有可重用部件的重用。软件重用包括两个相关的过程:可重用部件的开发和基于可重用部件的应用系统的构造。软件重用主要经历了以下几个过程:基于源代码级的软件重用技术;基于函数库的软件重用技术;基于面向对象的软件重用技术;基于构件对象模型的面向对象构件重用技术。其中面向对象构件重用技术是一种更高级、更有效的软件重用技术。

面向对象的构件重用思想对于软件业的意义类似于生产流水线之于工业制造。其技术基础是将软件系统开发的重心移向如何把应用系统分解成稳

定、灵活和可重用的构件,如何利用已有构件库组装出随需而变的应用软件。面向构件的软件开发分为以下三个过程:框架开发设计、构件开发设计、组装。用现代的工业生产作比喻,框架设计就是基本的生产机器的开发研究,是对规范定义封装标准,或者说是构件设计的公共结构,构件开发是零件的生产,组装就是把零件组装成汽车、飞机等等各种产品。

采用面向构件的系统架构,可以描述为:系统=框架+构件+组装。框架是所有构件的支撑框架,每个构件实现系统的每个具体功能,组装可以视为构件的插入顺序,不同构件的组成顺序不同,其整体实现的功能也就不同。在设计构件,进行模块化的时候需要抽出事务的本质特征而暂时不考虑细节,并使一个模块内包含的信息(过程和数据)对于需要这些信息的模块来说,是不可访问的。达到高内聚和低耦合,进行功能分割,简化接口,使模块易于测试和维护。

在各个构件的设计上,为了提高系统的可靠性,可以采用容错分层结构来设计系统,提供多种不同层次的错误检测和恢复机制,这样,在每个层次上都可以进行如下工作:1、检测自身、同层实体和底层实体的错误,2、处理来自底层的例外情况,3、诊断、恢复、报告或者提交例外情况。这种设计可以保证错误的隔离和模块的切换。

可维护性目的是为了在发生连续的高强度任务软件维护中,适应软件需求变化的需要,减轻变更工作量,使直接影响的模块数最小,也可称为局部化修改。将修改限制在某一小组模块之内,降低开发成本尤其是维护成本;同时不要引起连锁反应,对某一模块的修改不影响其它模块。对可维护性的强调,衍生出可集成的质量需求,使其在不同的要求、不同的组合甚至不同的背景下都能很好的实现集成,形成可使用的任务软件系统。所以,各个构件应该具有极高的独立性,系统之间的数据信息和控制信息要确保稳定。

2 需求分析

对于海上测控软件系统,最基本的需求关系是:接受本地或远程的指令,对飞行器状态进行监视和控制;根据具体任务要求对实时数据进行处理、转发、统计、应急测控、实时引导、轨道预报、计划管理、设备管理、质量管理等。根据测控任务需求,软件各

模块必须具有很强的分布性和严格的时间性,还需要时常升级和更新,随任务的不同需要作连续的适应性开发和修改,但针对相同型号的任务,软件工作模式和方法相似,强调可靠性、可维护性和可集成性。

构件库需要由若干个 MFC 扩展类库、常规 DLL 库组成。按照构件库设计思想,海上测控软件同时具备向下兼容和向上扩展的能力。向下兼容指可同时适用于各测量船,系统通过对象的动态创建,多艘测量船使用统一软件版本,软件能够根据不同的要求和设备数据创建相应的处理过程,调用构件库中的相关构件,以完成多艘测量船的任务;向上扩展指在后续任务中,对出现的新任务或新设备,实施软件构件库添加、更新或函数库扩展和组合即可完成新的测控任务。因此,将构件库和软件重构技术应用于海上测控应用软件体系结构设计主要要解决以下两个问题:

(1)海上测控软件系统使用分层和模块化框架划分功能模块,建立构件库,使用高内聚、松散耦合使元素间的依赖较少、功能独立。

(2)使用数据库管理构件库和功能接口,便于在不同任务切换中易于系统搭建和接口定义,兼顾整体上的稳定性和局部上的灵活性。

3 构件库设计

层模式的基本思想是根据将系统分离为多个具有清晰、内聚职责的模块,把系统大粒度的逻辑结构组织到不同的层中,每一层都具有独立和相关的职责,使得较低的层作为低级和通用的服务,较高的层更多的为特定应用。从较高的层到较低的层进行协作和耦合,避免从底层到高层的耦合。

海上测控软件系统的构件库由服务层、应用层和协同层三层组成,通过不同的封装和组合,形成外测、遥测、遥控等系统。不同层次的构件具有不同的特点。应用层构件设计倾向于构件的可维护性;协同层构件与内核的平台服务层构件倾向于构件的可重用性;数据库映射应用数据库和构件库,实现对各种分布式构件的透明访问,为构件化的实现提供了可能的支撑。

在海上测控软件系统构件库中,服务层作为底层服务层,任务构件作为应用层,包括支持构件、外测构件库、遥测构件库和遥控构件库,同时构件库中

的其它构件作为协同层，协作前两层构件完成各项任务的需求。

服务层的平台服务构件提供底层网络与数据库的服务和实时性设备的统一支持。各任务构件运行根据自身的需要，综合使用平台服务构件提供的服务和构件库里的其他协同构件，实现测控任务的全面需求。为了更直观有效的对任务系统进行分析研究，本文建立了系统抽象模型，用于在逻辑侧面上刻画和抽象描述整个系统的运行环境和接口要求。系统的逻辑设计结构模型见图 1 所示：

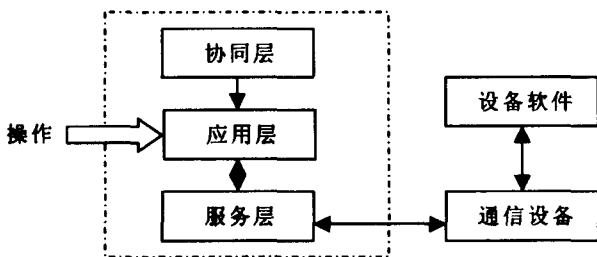


图 1 系统逻辑抽象模型

其中，平台服务构件作为底层服务层，提供底层网络的网收网发接口，数据管道读写操作接口，数据库服务接口，打开时间统一设备及中断外部构件，提供实时以及双工设备的统一支持等。应用层构件库包括以下几个构件类型：支持构件、外测构件、遥测构件、遥控构件。应用层统一采用应用软件框架构件，并通过多线程访问技术和对象同步实现各构件数据处理的并行服务。支持构件提供整个系统的入口操作，通过对构件库中相关任务构件进行调用，包括在遥测遥控设备上调用遥测构件、遥控构件，在外测设备上调用外测构件。协同层主要协作底层服务构件和各应用构件完成系统的配置、数据的整理和函数的集合，包括外测数学方法库、遥测数据处理方法库、遥控数据管理构件、配置数据库管理构件、数据监视显示构件等。协同层构件的设计是按照整个系统服务和实时性要求对对象进行抽象整理得出，任务中需要实时完成的服务统一由应用层构件来完成，非实时的辅助工作交给各协同构件。

层模式体系结构设计充分保证构件库的整体性和一致性，实现实时数据处理和辅助处理的分离，减少任务软件的静态代码量，降低应用层构件的冗余度，针对不同任务更动维护难度低，同时使得任务软

件操作简便、清晰。构件间分层关系见图 2 描述：

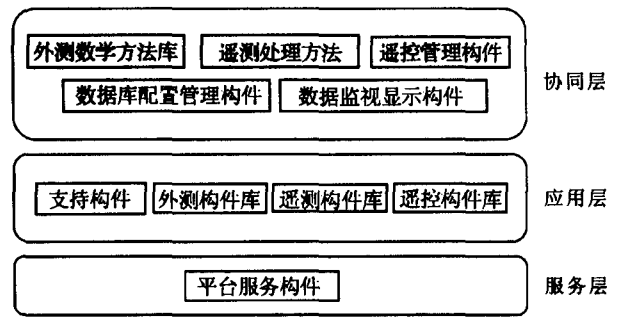


图 2 分层关系结构图

4 构件库管理方式

构件实现内部功能细节的封装，构件对象用接口而不是用方法来描述自己并提供服务。所谓的接口，其精确的定义是“基于对象的一组语义相关的功能”。海上测控软件系统接口包括任务和设备规定的外部接口和系统设计中定义的内部接口，外部接口通过平台服务构件与设备之间的接口实现，内部接口主要包括各任务构件模块与平台服务构件的接口等，这些接口均通过数据库进行描述说明，定义在某次任务中需要使用哪些构件，需要与哪些设备进行交互。通过数据库管理构件对数据库的配置便可以实现构件的重复组合调用、设备和任务数据的不同描述。

通过构件管理数据库进行描述说明和管理各构件，可以使构件方便查询。针对某次任务选择其中的几个功能构件即可构造软件系统；同时构件接口管理数据库可以对接口进行管理，通过数据库设置接口规范，构件之间可以有不同的数据接口，也可以由各个构件提供不同的服务。

为了进一步描述软件构件，大量开发具有不同功能的软件构件、建立可重用的软件构件库，必须制定好海上测控软件构件的开发规范，定义海上测控软件构件和接口功能的描述方法。下面的示例是构件管理和构件接口的数据库字段描述。

在系统初始化时，通过构件管理信息存储的值，可以选取相应的构件进行系统集成，同时可以根据构件管理描述表中定义的数据收发接口索引到接口管理描述表，选择特定处理函数，来定义各构件间以及构件和外部设备的交互。所以，通过数据库管理构

(下转第 50 页)

从图 4 可以看出,当双星对地面站天线的张角处在远远小于地面站天线半功率波束宽度的时间段内,地面站对某一颗卫星有上行信号,就会发生射频干扰,因此,每天内将有两个时间段最有可能发生射频干扰。

5 结束语

综上所述,对于共位卫星来说,发生射频干扰的条件是 $\Delta e // \Delta i$,在这种情况下,从地面站看两颗卫星时,其相对运行轨迹对地面站相当于一 条直线,这将会使得在一定的运行时段内,其张角的大小与天线

的地面站半功率波束宽度(13m 天线 C 波段天线的半功率波束宽度为 0.27°)相比较小,此时,如果地面站对某一颗卫星有上行信号时,可能同时也发送到其共位的卫星上去,这时就最有可能发生射频干扰,并且每天当中有两个时间段内存在这种条件。◇

参 考 文 献

[1] Lindsay Pattinson. EUTELSAT SATELLITE COLLOCATION [J]. AIAA.1996:557-565
 [2] Erik Mattias Soop. Handbook of Geostationary Orbits. Holland. Kluwer&Microcosm.1994

(上接第 47 页)

表 1 构件管理描述表

字段	简介
构件代号	纪录统一定义的构件代号
构件描述	描述构件功能和适用范围
加载路径	存储构件库中各构件加载的路径
数据收接口	描述构件处理数据来源和处理接口
数据发接口	描述构件处理数据后发送的目标和处理接口

表 2 构件接口管理描述表

字段	简介
接口代号	纪录统一定义的接口代号
接口描述	描述接口实现功能和适用范围
信息类别码	存储该接口处理的信息类别码
信息长度标志	描述该接口处理的信息长度是否可变
最大长度	存储该接口处理的长度
关联设备	描述构件处理数据后发送的目标设备
处理函数	描述进行该数据处理可以采用的函数

件库以及构件之间的接口形式,可以管理构件库和功能范围,使得接口灵活,构造适应不同需求的测控软件系统。

5 结束语

面向构件的系统架构设计,在分系统不断更新

的情况下,很容易升级和维护。在建立构件对象模型后,每个构件在保证标准接口的基础上,可以单独开发,单独编译,甚至单独调试和测试。通过构件的属性修改或构件的重组,方便地实现新的测控系统的开发。

软件复用是提高软件开发生产率和软件产品质量的一条有效途径,使用可复用构件技术是软件成熟的关键。本文将构件库设计与海上测控任务实际要求相结合,搭建整个系统的构件框架结构,描述系统和接口关系,并增强了各构件的可复用性。目前该架构设计技术已经在一系列任务软件开发中得到了充分应用,对提高质量和效率具有十分重要的意义。◇

参 考 文 献

[1] Erich Gamma.设计模式-可复用面向对象软件的基础[M].北京:机械工业出版社,2000.
 [2] Joshua Kerievsky.重构与模式[M].北京:人民邮电出版社,2006.
 [3] Mary Kirtland.基于组件的应用程序设计[M].北京:北京大学出版社,1999.
 [4] Dale Rogerson.COM 技术内幕[M].北京:清华大学出版社.1999.
 [5] 曹旻,王燕燕,吴耿锋.可重用的软件体系结构描述方法[J].计算机工程与应用.2005,15.
 [6] 王珉,吴广茂,韩联庆.基于组件开发的并行过程模型研究[J].航空计算技术.2006,1.
 [7] 陈刚,王元元.HLA 基于 COM 的对象模型实现和重用技术研究[J].系统仿真学报.2003.
 [8] 杨晓京,陈子辰.软件重用技术在开放式数控系统开发中的应用研究[J].机床与液压.2007,7