

一种作战飞行软件武器管理的优化设计方法

湛铖*, 解凯

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 从作战飞行软件对于武器管理的需求出发, 针对作战飞行软件原有设计架构存在的问题, 提出一种作战飞行软件武器管理的优化设计方法; 依据面向对象的设计思想, 搭建符合武器管理增量式开发特性的软件架构。该优化设计方法提高了软件的可靠性, 缩短了新增武器项目的软件研制周期, 降低了软件的开发和维护成本。

关键词: 作战飞行软件; 武器管理; 面向对象; 优化设计

中图分类号: E911 文献标识码: A 文章编号: 1007-5453 (2016) 12-0023-05

作战飞行软件是作战飞机显控分系统的应用层软件, 显控分系统是航电系统的核心系统, 主要通过总线同其他航电分系统相连, 担当着飞行员与航电系统接口的角色, 控制各类工作流程, 负责响应飞行员的指令、操作, 将命令、信息上传给其他航电分系统, 并将相应的信息组织起来向飞行员显示^[1]。

作战飞机航电系统功能的增加主要以增加武器、悬挂物为主^[2], 作战飞行软件的维护过程主要体现为武器管理部分的增量式开发。由于在软件初始设计阶段未考虑后续武器的不断增加, 软件中武器管理部分变得越来越复杂, 维护越来越困难, 另外在多种武器并行增加的情况下将出现多个软件状态, 致使软件的维护成本成倍增加。

因此, 本文提出一种作战飞行软件武器管理的优化设计方法, 用以简化作战飞行软件中武器管理的处理逻辑, 并解决多种武器研制并行开展时的多软件状态问题。

1 武器管理需求

作战飞行软件中对武器的管理主要包括武器占位加载过程管理、投放程序修改过程管理、武器加电准备过程管理和攻击引导过程管理。

武器占位加载过程主要通过选择挂点、武器名称及武器数量, 实现某一武器的加载及武器符号的挂载显示, 典型的显示画面如图 1 所示。

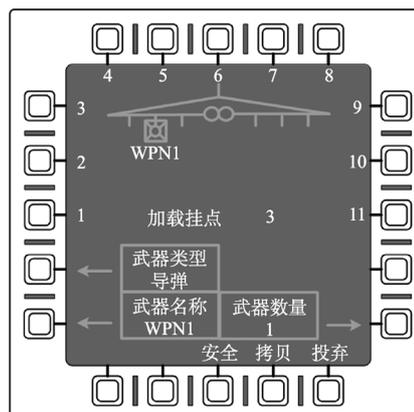


图 1 武器占位加载画面显示

Fig.1 Display for the loading frame of weapons

投放程序修改过程主要是对武器攻击方式、目标号、用弹量、引信参数、弹道参数等武器投放参数进行设置, 如图 2 所示。

武器加电准备过程主要包括武器加断电的控制、加电准备过程中武器状态的显示、武器惯导对准及地检的控制等。

收稿日期: 2016-04-22; 退修日期: 2016-10-21; 录用日期: 2016-10-31

* 通讯作者. Tel.: 029-86832082 E-mail: sy4771@xa603.com

引用格式: SHEN Yue, XIE Kai. An optimum design method of operational flight program software for weapon management [J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27 (12): 23-27. 湛铖, 解凯. 一种作战飞行软件武器管理的优化设计方法 [J]. 航空科学技术, 2016, 27 (12): 23-27.

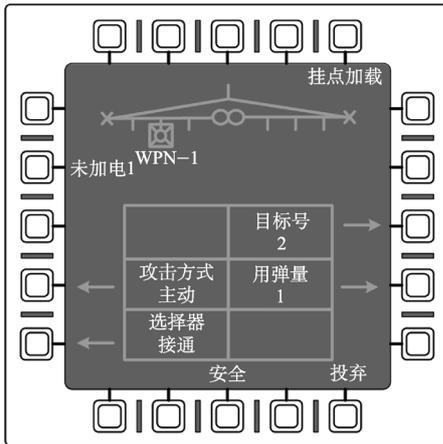


图2 武器投放程序画面显示
Fig.2 Display for the weapon delivery program

攻击引导过程主要包括武器攻击引导信息在态势、雷达等画面上的叠加。

根据作战飞行软件的自身架构,上述每个过程的处理又分为显示画面处理、按键响应控制处理、总线数据发送处理和总线数据接收处理等4个部分。

2 原有软件架构及存在的问题

在作战飞行软件设计初始阶段,依据软件总体架构,外挂武器管理部分也分为画面显示、按键控制、总线数据接收和总线数据发送四大主体模块,但是各个武器之间并没有完全实现模块化,不同武器之间的代码设计相互交联耦合,武器选择与管理采用条件判断式的冗余算法,如图3所示。

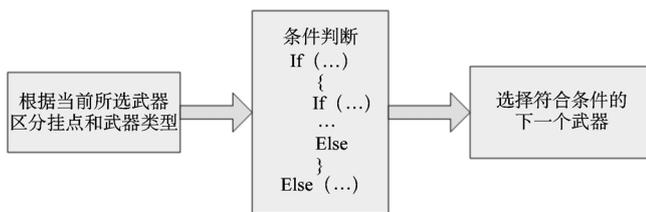


图3 武器管理的冗余算法
Fig.3 Redundancy algorithm for weapon management

由条件判断的方式实现武器的选择与管理,在武器数量和类型较少的情况下可以适用,但是随着武器数量的增多,判断逻辑太过复杂,容易出错,而且代码量大,维护困难,除了编程人员本人之外其他人理解代码非常困难。

每增加一型武器,在武器管理处理时必须认真考虑判断逻辑和武器模块之间的关联性,设计尽可能不影响

原有软件逻辑的软件实现方式,但延续原有的软件架构,无法消除软件模块间的关联性,不同武器之间的信息与处理相互缠绕不好区分,这导致无法判断新版软件是否兼容增加武器前的旧软件版本,软件状态不可复用,当多种武器研制并行开展时,每增加一型武器就产生一个软件版本和软件状态,在软件迭代过程中软件状态呈几何级数增加。

3 基于面向对象思想的软件架构设计

3.1 模块化设计

根据武器管理需求,将每个武器管理过程划分为4个模块,分别是显示模块、按键控制响应模块、总线数据接收处理模块和总线数据发送处理模块。为每种武器区别于其他武器的个性处理部分设计独立的单元模块^[3]。

武器管理对应的软件模块如图4所示。

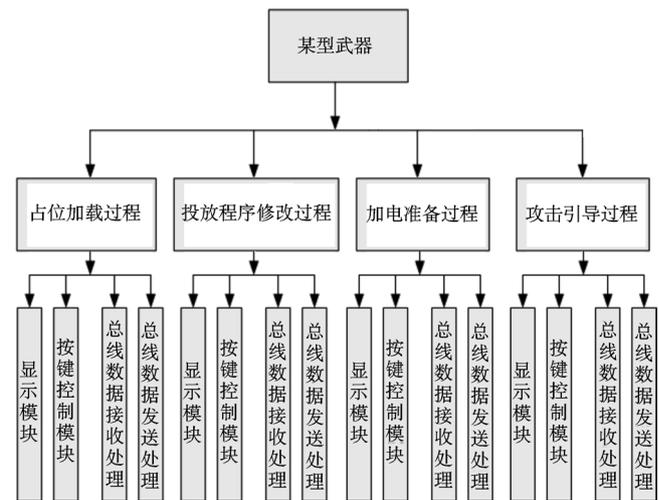


图4 武器管理对应的软件模块
Fig.4 Software module of weapon management

3.2 基于面向对象思想的软件架构

考虑面向对象^[4]的思路,即先设计抽象武器这个父类,它体现了各武器系统的共性,将各具体武器视为其子类,它反映了各武器系统的特性,子类重载武器的处理流程。

通过总结出武器管理过程中共性的部分,进行统一处理,并根据当前攻击武器执行武器管理中个性部分的流程。以武器显示画面处理为例,其流程如图5所示。

流程中定义了有效标识,用于配置该武器对应功能是否有效。

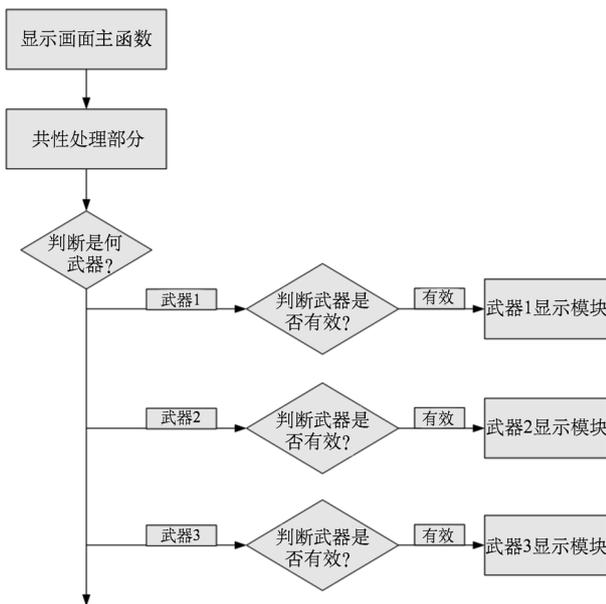


图5 武器管理显示过程流程图

Fig.5 Process flow chart for weapon management display

作战飞行软件开发使用了C语言,不是C++,因而在具体实现上要根据C语言的语法来体现面向对象的设计思路。

具体举例代码如下:

```
void ASMDC0000_Treat () /* 外挂状态字接收处理 */
{
    /* 武器共性处理部分 */
    .....
    /* 武器个性处理部分 */
    if (当前攻击武器为武器 A 的投放程序状态)
    {
        .....
    }
    else if (当前攻击武器为武器 B 的投放程序状态)
    {
        .....
    }
    else if (当前攻击武器为武器 C 的投放程序状态)
    {
        .....
    }
    .....
}
```

依据上述软件架构,新增加一型武器时,只需要增加新

武器相关模块的调用,不影响原有武器的模块处理。

3.3 新架构的优点

旧的武器管理架构如图6所示。

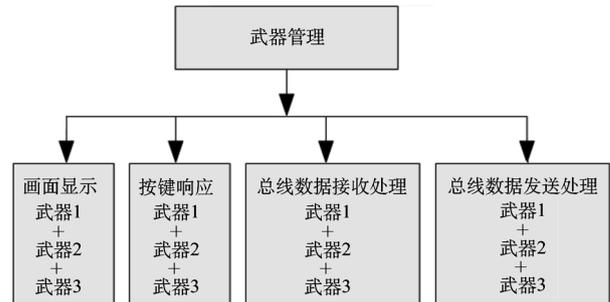


图6 旧的武器管理架构

Fig.6 Old software architecture for weapon management

新的武器管理架构如图7所示。

从代码可读性、代码复用性、关联耦合性、可扩展性和可维护性等5个方面^[5]对新老架构进行对比,如表1所示。

总体来讲,新架构较低的关联耦合性和较高的可维护性,符合作战飞行软件增量式开发的特性。

4 可配置的武器管理模型

通过配置每种武器的有效标识,形成一种可配置的武器管理模型,并以此建立武器库配置表,如图8所示。

开发一个包含所有新增武器的软件状态,基于可配置的武器管理模型,通过定义武器库配置表,从而形成适用于不同武器研制的软件版本。

通过上述方法,虽然形成了不同的软件版本,但实际上只需要维护一个软件状态。

5 结束语

依据面向对象的设计思想和武器管理的模块化设计,消除了不同武器之间的关联影响,从而在新增加武器时不影响原有的武器功能模块。

在航电系统接口和通信表向下兼容的情况下,基于可配置的武器管理模型,定义武器库配置表,有效解决了多种武器并行研制时的多状态软件问题。

基于面向对象思想的软件架构和可配置的武器管理模型,本质是用空间信息换取软件可靠性的提高和复杂度的降低,同时增强了软件的可维护性,降低了软件的开发和维护成本,符合作战飞行软件增量式开发的特性。

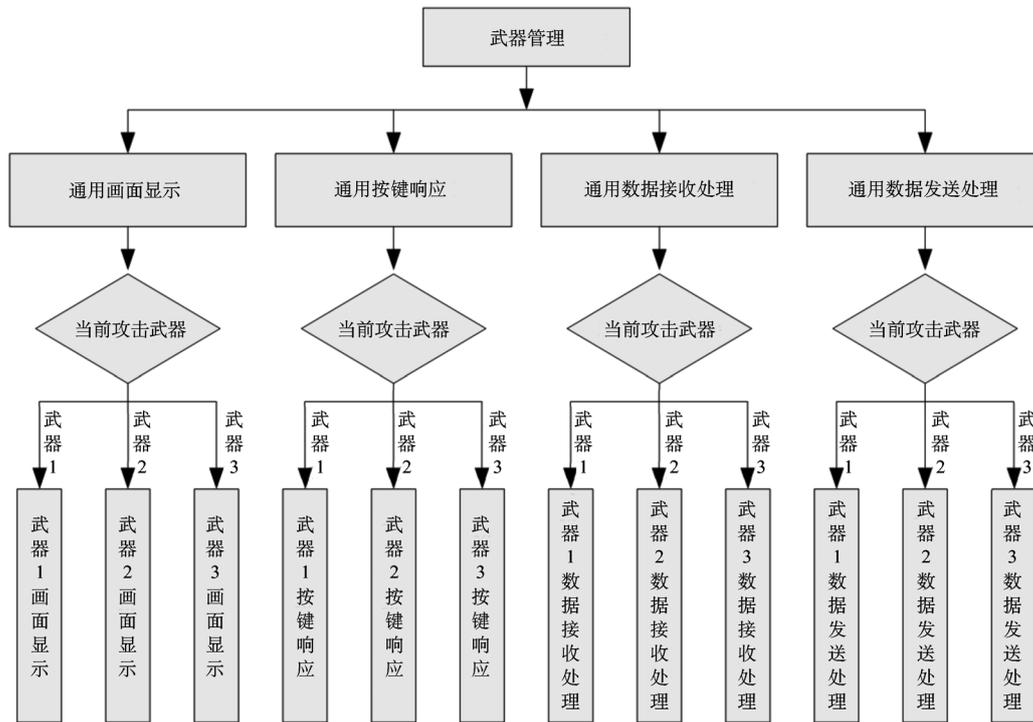


图7 新的武器管理架构

Fig.7 New software architecture for weapon management

表1 新旧架构优劣对比

Table 1 Contrast between the new and old software architecture

对比内容	新架构	旧架构
代码可读性	理解容易	理解困难
代码复用性	可复用	不可复用
关联耦合性	低	高
可扩展性	高	低
可维护性	高	低

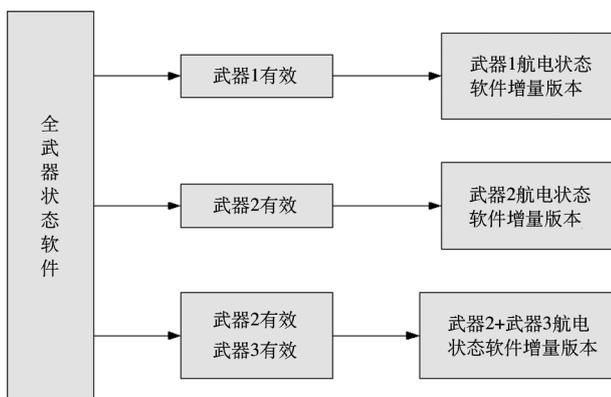


图8 可配置的武器管理模型

Fig.8 Configurable weapon management model

参考文献

- [1] 熊华钢,王中华.先进航空电子综合技术 [M].北京:国防工业出版社,2009.
XIONG Huagang, WANG Zhonghua. Advanced avionics integrated technology [M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2009. (in Chinese)
- [2] 段采宇. 武器装备需求建模、量化、集成的理论与方法研究 [D].长沙:国防科学技术大学,2008.
DUAN Caiyu. Research on the theory and method of weapon equipment requirement modeling, quantification and integration [D]. Changsha: national Defence Science and Technology University, 2008. (in Chinese)
- [3] 杨芙清,梅宏.构件化软件设计与实现 [M].北京:清华大学出版社,2008.
YANG Fuqing, MEI Hong. Design and implementation of component based software [M]. Beijing: Qinghua University Press, 2008. (in Chinese)
- [4] 金正淑.面向对象分析方法在实际系统中的应用 [J].计算机应用与软件,2002.
JIN Zhengshu. Application of object oriented analysis method in practical system [J]. Computer Application and Software, 2002.

(in Chinese)

[5] Shari L P, Joanne M A. Software engineering: theory and practice; third edition [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2007.

Tel: 029-86832082

E-mail: sy4771@xa603.com

解凯 (1975—) 男,高级工程师。主要研究方向:机载软件设计。

作者简介

湛铖 (1986—) 男,工程师。主要研究方向:机载软件设计。

An Optimum Design Method of Operational Flight Program Software for Weapon Management

SHEN Yue*, XIE Kai

AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: The requirement of operational flight program software for weapon management was analyzed. Aiming at the problems existing in the original design framework of operational flight program software, put forward an optimum design method of operational flight program software for weapon management. According to the object-oriented design idea, built a software framework according with the incremental development characteristics of weapon management. The optimized design method can improve the reliability of the software, shorten the software development cycle of new weapon project and reduced the cost of software development and maintenance.

Key Words: operational flight program software; weapon management; object-oriented; optimum design method

Received: 2016-04-22; Revised: 2016-10-21; Accepted: 2016-10-31

*Corresponding author. Tel. :029-86832082 E-mail: sy4771@xa603.com