

引用格式:陈晓阳,李佳慧.通用武器接口在机载武器集成过程中的应用研究[J].电光与控制,2019,26(2):80-83,96. CHEN X Y, LI J H. Application of universal armament interface in the process of airborne weapon integration[J]. Electronics Optics & Control, 2019, 26(2):80-83, 96.

通用武器接口在机载武器集成过程中的应用研究

陈晓阳^{1,2}, 李佳慧²

(1. 光电控制技术重点实验室,河南 洛阳 471000;

2. 中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所,河南 洛阳 471000)

摘要:针对国内机载武器集成效率低的问题,结合国内外机载武器集成领域的现状,对通用武器接口技术原理进行分析,依托于悬挂物管理系统的功能,制定了提高武器集成效率的方法。研发了基于通用武器接口的武器控制系统,并搭建综合演示验证平台,验证了基于通用武器接口技术的武器控制系统,能够在不更改产品软件的前提下,实现新武器集成,提高集成效率,对我国在机载武器集成领域实现即插即用具有重要的意义。

关键词:通用武器接口;武器集成;悬挂物管理系统;即插即用

中图分类号: V271.4 **文献标志码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1671-637X.2019.03.017

Application of Universal Armament Interface in the Process of Airborne Weapon Integration

CHEN Xiao-yang^{1,2}, LI Jia-hui²

(1. Science and Technology on Electro-Optical Control Laboratory, Luoyang 471000, China;

2. Luoyang Institute of Electro-Optical Equipment, AVIC, Luoyang 471000, China)

Abstract: In view of the inefficiency of airborne weapon integration, this paper states the status quo of airborne weapon integration at home and abroad, analyzes the principle of Universal Armament Interface (UAI) technology, and proposes a method to improve the integration efficiency based on the functions of Stores Management System (SMS). A weapon control system is developed based on the UAI technology, and a comprehensive demonstration and verification platform is built. This platform verifies that the weapon control system can integrate new weapons and improve integration efficiency without modifying the software of the product, which is important for our country to realize Plug-and-Play (PnP) in the field of airborne weapon integration.

Key words: UAI; weapon integration; SMS; plug-and-play

0 引言

随着网络中心战作战体系的不断发展和飞机平台对武器挂载需求的不断增加,武器集成成为影响新型武器快速形成战斗能力、满足面向服务作战体系的关键环节^[1]。通过在飞机武器系统中贯彻实施 GJB1188A-1999《飞机/悬挂物电气连接系统接口要求》标准,在飞机平台上集成新武器时,硬件的变更成本已大幅度降低,但该标准并未对飞机与悬挂物间的

逻辑接口进行全面约束,导致飞机与悬挂物间的接口控制文件呈现个性化、多样化的态势^[2]。目前,软件集成已经成为新武器集成时影响经济成本和时间周期的主要因素。

美国在 MIL-STD-1760 标准的基础上,按悬挂物类别制定了统一的信号、数据和功能接口规范,任何满足此接口规范的飞机和武器均可以通过少量的集成工作来实现武器综合,即通用武器接口(UAI)技术。但是,当前国内能够获取的 UAI 相关资料仅包含技术的原理和目标,缺少技术细节和具体的实施方法。本文在对 UAI 技术内涵进行分析的基础上,结合国内机载武器集成现状,提出了一种在武器控制系统上应用 UAI 技术的方式。

收稿日期:2018-10-11 修回日期:2018-11-13

基金项目:总装重点实验室基金(6142504020803)

作者简介:陈晓阳(1987—),男,河南宝丰人,硕士,工程师,研究方向为悬挂物管理系统。

1 总体介绍

1.1 技术原理

通用武器接口技术定义了统一的飞机与悬挂物之间的逻辑接口,把武器特有逻辑的构建工作转移到地面任务规划系统中,然后将配置文件加载至飞机上,在不更改飞机软硬件的情况下实现新武器的集成,最终使武器集成过程和作战飞行软件的升级周期分离,满足新武器快速集成需求^[3-4]。

图 1 所示为采取通用武器接口实现武器集成的技术方案。UAI 除了标准化飞机和悬挂物之间的逻辑接口,还标准化了与武器控制相关的软件处理功能,比如攻击区算法、发射装置管理、任务数据加载功能等。这些软件功能对外提供抽象和标准化的武器控制接口,该接口与具体的飞机类型和武器类型无关,因此,能够满足大部分软件模块的跨飞机平台重复使用,同一飞机平台增加新武器时,对系统造成的影响也较小。

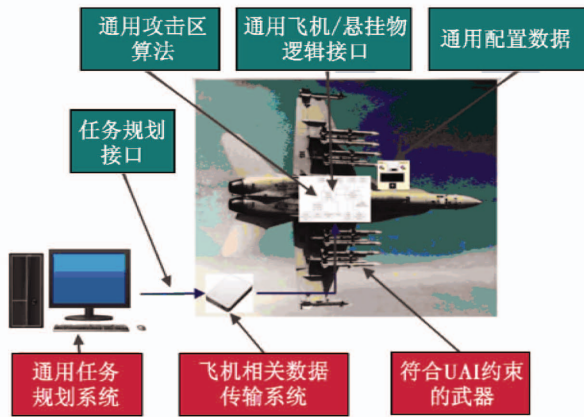


图 1 基于 UAI 的武器集成技术方案

Fig. 1 The weapon integration program based on UAI

1.2 国内外研究

从 1998 年到 2009 年,北约工业咨询组(NIAG)先后组织成立了 4 个研究小组,对飞机、发射装置和武器之间的互操作性进行研究,主要包括 3 部分内容:第一部分是收集所有飞机、发射装置和空空导弹的逻辑接口信息;第二部分是给这些飞机、发射装置和导弹建立标准的逻辑接口集合;第三部分是确定提高互操作性、减少武器集成时间和成本的解决方案。其重要思想是为兼容性较高的武器和发射装置制定一个通用接口控制文件(ICD),被美国空军采用,并发展成为通用武器接口技术。截至目前,JDAM 系列、JASSM 系列等类型的武器,以及 F-15E, F-16, B-1, B-52 等飞机均贯彻了 UAI 接口标准。图 2 所示是符合 UAI 标准约束的某型 JDAM 联合制导攻击武器^[5]。



图 2 符合 UAI 约束的联合制导攻击武器

Fig. 2 A certain JDAM meeting UAI constraints

国内暂时没有约束飞机和悬挂物的逻辑接口标准,虽然从 2005 年起,对美国的 UAI 技术进行了持续的跟踪和分析,但大部分研究内容均只在理论分析层面,一直未提出指导工程实施的方案,也未搭建验证平台对其中的关键技术进行验证。因此,本文立足自身现状,通过对 UAI 技术的应用目的、技术原理、实施途径等进行研究^[6],按照 UAI 中飞机/悬挂物接口规范要求,制定了初步的飞机/悬挂物接口规范,应用面向服务的架构设计思路,向机载任务系统提供与具体悬挂物类型无关的武器控制服务,并搭建试验平台,验证了该项技术能够有效提高武器集成的效率和质量。

2 技术分析

通用武器接口是以《飞机/悬挂物电气连接系统接口要求》为基础,支持将武器快速集成至作战飞机上的一套接口规范。主要聚焦在 4 个方面:飞机/悬挂物接口规范、任务规划接口规范、武器通用攻击区算法以及悬挂物控制服务接口规范^[7]。飞机/悬挂物接口规范主要用于约束飞机和悬挂物间逻辑通信接口,确保新武器集成时和机载间通信的消息格式、时序符合统一的规范;任务规划接口规范用于把武器特有逻辑的开发活动以配置文件编制的形式放到地面任务规划阶段;武器通用攻击区算法用于提供通用的攻击区计算算法,特定武器相关的算法以参数的形式在任务规划阶段配置;悬挂物控制服务主要用于向任务系统提供与具体悬挂物类型无关的悬挂物控制服务。

2.1 飞机/悬挂物接口规范

GJB1188A 中已经包含了一些标准消息,但是大多数消息由武器设计者根据武器特有需求主观设计而成,加之国内机载武器种类繁多,构建适用于所有武器的逻辑接口规范显然是不现实的。因此,针对同类悬挂物,即具有基本相同的数据交换内容、相似的工作时序,以及具有相似精度和完整性的数据元素的悬挂物,可以建立相应的接口规范,进而加强飞机和悬挂物间的逻辑接口约束,通过预留少量的“用户自定义”消

息,来满足部分武器的个性化需求。

2.2 任务规划接口规范

通用武器接口技术需要把武器特有逻辑的设计工作转移到地面任务规划系统中,对悬挂物和飞机专用规划组件进行编辑和配置,因此,任务规划方面需要定义适用于悬挂物专用规划组件和飞机专用规划组件的任务规划接口规范。两类组件的交互将会在任务规划系统中发生,而任务规划接口规范主要用来约束组件之间的交互过程。

2.3 武器通用攻击区算法

武器的空气动力学数学模型的差异化,决定了每种武器都拥有独特的攻击区算法,当集成新武器时,就需要更改火控、显控等相关系统的软件。因此,应该为飞机和武器定义基于参数的标准攻击区算法。飞机总体研制单位在飞机上也采用通用的攻击区算法,需要用到的参数,被记录在悬挂物专用规划组件中,并在任务规划阶段加载至飞机上。

2.4 悬挂物控制服务接口规范

传统的悬挂物管理系统和其他机载航电子系统间的接口,由飞机总体研制单位制定的系统级接口控制文件来决定。由于不同飞机总体研制单位的设计思路不同,此接口在不同飞机平台上也不尽相同,同时该接口也要随着新武器的集成而不断升级,系统功能难以扩展和复用。通用武器控制服务接口是对多种武器控制与状态管理功能的抽象,悬挂物管理系统通过该接口向其他航电子系统提供与具体武器类型无关的悬挂物控制和状态管理服务。在集成新武器时,把特定武器相关的功能和数据集成到悬挂物管理系统中,并向上提供通用的武器控制服务,避免新武器集成引起的更改继续向其他航电子系统扩散,保护其已有的研发成果。

3 基于通用武器控制接口的武器控制系统

悬挂物管理系统与武器交互密切,直接关系到武器的集成效率,本文主要基于悬挂物管理系统的功能,研发了基于通用武器控制接口的武器控制系统。通过建立标准的武器控制服务接口来隔离武器控制域和任务服务域,通过建立标准的资源服务接口来隔离具体的航电架构,通过建立通用的武器接口来隔离武器控制功能和具体的武器类型,最终降低武器集成的成本^[8-9]。如图3所示,为了向任务系统提供与具体武器类型无关的通用武器控制服务,本文主要依托于悬挂物管理系统的的功能,搭建一个基于插件的松散软件框架,主要由以下几部分组成。

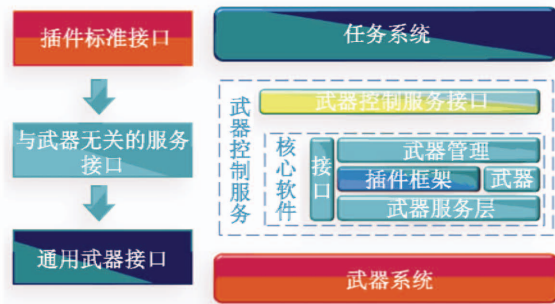


图3 软件框架

Fig.3 Software framework

1) 武器控制服务接口。如图4所示,通过更合理的功能抽象,使得不管何种飞机采用何种计算机架构,都可以共享相同的武器管理模型,同时将与武器控制相关的子系统抽象为武器控制域,通过标准的悬挂物控制服务接口,向其他功能域提供与武器类型无关的控制服务。主要展示了悬挂物控制域与其他域间的接口关系。

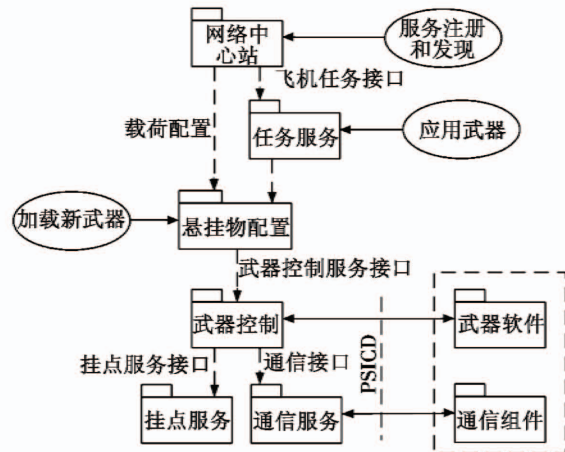


图4 悬挂物控制服务接口

Fig.4 The stores control service interface

- 2) 插件框架。主要负责管理系统中插件的生命周期。
- 3) 武器管理模块。主要负责武器的无差别管理,可独立运行,分解软件的复杂度。
- 4) 接口。不同功能模块提供给外部的调用途径,主要是指资源服务接口和武器接口。
- 5) 武器。针对特定的某型武器的差别化管理,主要以扩展不同类型的武器为重点,解决方案是对武器管理功能的抽象。
- 6) 武器服务层。为了将武器的发控逻辑和具体的航电系统解耦所设计的软件层,向外提供资源服务接口。
- 7) 通用的武器接口。通过对多种空地武器的接口控制文件进行梳理,提炼出公共的数据特性,对于特

有的数据特性给予相应的接口预留,能够满足激光制导、惯性制导、红外制导、电视制导多种制导方式的空地武器的数据交换要求。

4 演示验证

演示验证的主要目的是通过构建一套武器即插即用综合演示验证平台,验证该技术的应用能够在不更改已有的悬挂物管理系统、显示控制系统软件的前提下,实现某新型空地武器的集成。

4.1 演示验证平台

即插即用综合演示验证平台包括悬挂物管理系统、显控系统、武器模拟器、AAP 系统、武器模型同步展示系统、武器集成规划系统。悬挂物管理系统和机载任务系统间通过仿真 FC 总线进行通信,和武器模拟器间通过仿真 1553B 总线进行通信。武器集成规划系统编制的配置文件内容通过 USB 接口的数据卡进行数据传递。系统部署关系如图 5 所示。

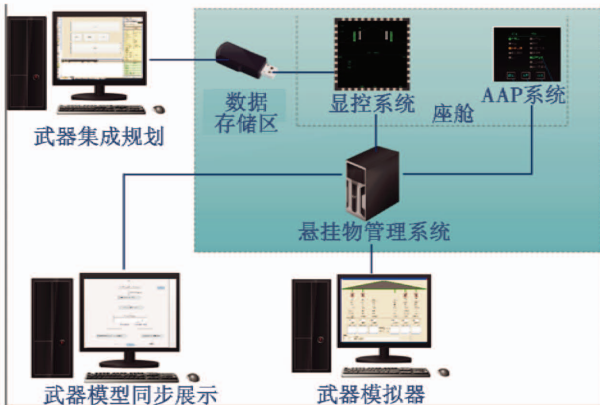


图 5 综合演示验证平台

Fig.5 Comprehensive demonstration and verification platform

各系统功能如下。

1) 显控系统。部署在演示座舱内,包含武器控制管理画面、平显画面等。

2) 悬挂物管理系统。部署在数字平台上,和武器模拟器以及显控系统交互完成武器管理。

3) 武器模拟器。提供武器配挂方案管理功能,模拟武器逻辑,提供 XX1 型炸弹和 XX2 型导弹两种空地武器的模拟功能。

4) AAP 系统。用于控制悬挂物管理系统的上下电。

5) 武器模型同步展示系统。武器插件由 Rhapsody 工具通过 UML 建模完成,插件内部的运行情况能够通过状态图同步展示。

6) 武器集成规划系统。部署在 PC 机上,主要用于生成武器集成方案。根据武器描述文件,生成用于各

个系统的配置文件,并选择需要使用的插件,生成武器整体的集成包。

4.2 演示结果

启动武器模拟器,模拟 XX1 型炸弹和 XX2 型导弹。根据武器描述文件生成配置文件,并选择需要使用的插件,然后通过武器集成规划软件依次加载两型空地武器的插件和配置文件到悬挂物管理系统及显示控制系统,相应插件与配置文件的详细信息能够通过显控系统进行调查查阅,并校验文件的完整性。同时,武器模型同步展示系统通过 UML 状态图同步展示插件内部的运行情况。

显控系统的界面如图 6 所示。通过 AAP 系统控制悬挂物管理系统上电,识别两型空地武器,显控系统显示武器挂载信息、武器状态信息、插件信息、配置文件信息,通过操纵杆和显控系统周边键完成武器的发控操作。武器模拟器接收到正确的供电与总线控制信息,模拟武器离机,显示控制系统上武器弹符消失。由此,证明了系统可以在不更改已有机载软件的前提下,完成这两类新型空地武器控制功能的集成。

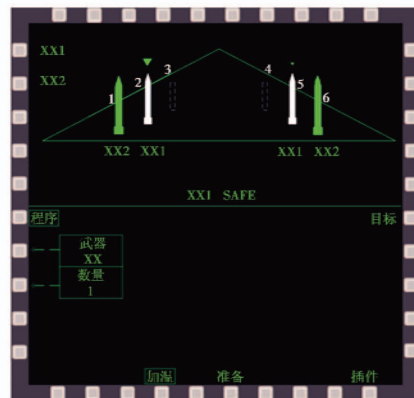


图 6 显控系统界面

Fig.6 The interface of the display and control system

5 结束语

目前国内还没有针对通用武器接口技术应用实施方面的研究,本文结合国内当前机载武器集成领域的现状,对通用武器接口技术的原理进行了分析,并依托悬挂物管理系统开发了基于通用武器控制接口的武器控制软件,基于即插即用综合演示验证平台验证所设计的武器集成系统,具备在不更改已有软件的前提条件下集成新武器的能力。未来还需在此基础上,继续在开放性软件框架、武器逻辑接口标准方面展开研究,实现进一步的机载武器即插即用集成。

(下转第 96 页)



图4 系统测试图

Fig. 4 The test system

5 结束语

本文通过开发设计了一种基于 ARINC 818 的机载航图视频传输系统,实现了机载电子航图视频数据 ARINC 818 协议标准封装转换,完成了分辨率为 $1920 \times 1080P@60 \text{ Hz}$, 24 bit , 4.25 Gbit/s 链路速率实时高清机载航图视频数据传输功能。系统设计已成功运用在某改进型飞机机载综合数据管理设备。

参考文献

- [1] ALEXANDER J, KELLER T. Using ARINC 818 avionics digital video bus (ADVB) for military displays[C]//The International Society for Optical Engineering, 2007. doi: 10.1117/12.720041.
- [2] Airlines Electronic Engineering Executive Committee. ARINC Specification 818-1 Avionics Digital Video Bus (ADVB) high data rate[S]. [S. l.]: ARINC, 2007.
- [3] KELLER T. ARINC 818 Avionics digital video bus[DB/OL]. [2018-01-21]. <http://greatrivertech.com/pdfs/what-is-arinc-818.pdf>, 2007.
- [4] GRUNWALD P. Analog video to ARINC 818[C]//Proceedings of the SPIE, 2015. doi:10.1117/12.2086442.
- [5] KELLER T, GRUNWALD P. ARINC 818 adds capabilities for high-speed sensors and systems[C]//Proceedings of the SPIE, 2014. doi:10.1117/12.2050972.
- [6] GRUNWALD, P. What's new in ARINC 818 supplement 2[C]//IEEE/AIAA 32nd Digital Avionics Systems Conference, 2013. doi:10.1109/DASC.2013.6712534.
- [7] 朱志强. ARINC818 协议特性分析[J]. 电子技术, 2013, 40(6):30-32.
- [8] KELLER T, ALEXANDER J. Extending ARINC 818: the development of an ARINC 818 switch architecture[C]//Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2010. doi: 10.1109/DASC.2010.5655321.
- [9] ZIMMERMAN M. High bandwidth, real-time video transport with ARINC 818[C]//Proceedings of the SPIE, 2017. doi:10.1117/12.2262794.
- [10] GRUNWALD P. ARINC 818 specification revisions enable new avionics architectures[C]//The International Society for Optical Engineering, 2014. doi:10.1117/12.2050965.
- [11] 李宁宁,何宇. 基于 ARINC818 机载音视频的测试方案设计[J]. 计算机测量与控制, 2017, 25(4):34-35, 50.
- [12] 冯晓旺,蓝海文. ARINC 818 在航空电子视频系统中的应用[J]. 航空制造技术, 2011(13):84-86.
- [13] 贾瑞. ARINC 818 视频传输系统研究与实现[D]. 成都:电子科技大学, 2012.
- [1] 王建刚. 网络中心战系统及其发展[J]. 电光与控制, 2010, 17(5):1-5.
- [2] 任文明,舒振杰. 飞机/悬挂物电气接口标准研究[J]. 航空标准化与质量, 2013(2):18-21.
- [3] 马洪湖,李铭,姜立新. 通用武器控制技术在飞机综合航电系统设计中的实现[C]//第七届中国航空学会青年科技论坛文集. 中山:中国航空学会, 2016:551-555.
- [4] 叶又东,卜亚军,王鑫,等. 机载武器系统集成技术与实现分析[J]. 航空兵器, 2015(4):63-68.
- [5] KEITH A R. Aircraft systems integration of air-launched weapons[M]. Hoboken: Wiley, 2013.
- [6] 杨开平,崔小航,段荣. 新一代机载悬挂物管理系统需求分析[J]. 航空制造技术, 2016, 59(14):65-68.
- [7] 郑磊刚,聂光成,许凌权,等. 支持 PnP 集成的开放式 SMS 软件模型与结构设计[J]. 弹箭与制导学报, 2011, 31(2):207-210.
- [8] 沈培顺,蒋俊辉,史兆明,等. 即插即用武器综合技术在悬挂物管理系统设计中的实现[J]. 电光与控制, 2013, 20(5):77-80.
- [9] 赵志彬,史兆明,郭文利,等. 面向通用武器插件的悬挂物管理软件架构研究[J]. 航空电子技术, 2017, 48(3):37-40.

(上接第 83 页)

参考文献