

基于 IMA 的电视指令制导系统蓝图

李 骞, 冯金富, 潘 勃, 张佳强

(空军工程大学工程学院, 西安 710038)

摘 要: 以电视指令制导系统为例进行模块化航电设备融合研究和先进航电设备体系结构的建模和仿真。围绕综合模块化航电系统(IMA)给出蓝图概念, 描述其在综合电视指令制导系统中的应用, 为电视指令制导系统从传统的系统结构向 IMA 转变提供参考。

关键词: 电视指令制导系统; 综合模块化航电系统; 蓝图

Blueprint of TV-command-guided System Based on IMA

LI Qian, FENG Jin-fu, PAN Bo, ZHANG Jia-qiang

(Engineering College, Air Force Engineering University, Xi'an 710038)

【Abstract】 This paper researches the modular avionics harmonization and the modeling/simulation of advanced avionics architectures. The blueprint concept is presented encompassing Integrated Modular Avionics(IMA) system. An exercise of its application to a reference TV-command-guided system architecture is carried out. It provides the salutary research for the TV-command-guided system transforming from the traditional architecture to IMA.

【Key words】 TV-command-guided system; Integrated Modular Avionics(IMA) system; blueprint

1 概述

到目前为止, 航空电子设备均为封闭式的系统结构, 电视指令制导系统也是如此。其软件和硬件是紧耦合的, 用于控制该系统的发控程序是设计时搭建的, 仅分布在该系统的所有软硬件中, 系统的使用必须满足预先确定的刚性调度程序。因此, 当系统部件老化或技术升级时, 会遇到成本过高的障碍。

针对这一问题, 围绕综合模块化航电(Integrated Modular Avionics, IMA)系统已经提出一种分层的软件体系结构^[1-3]。这种结构采用模块化的设计方法并在模块间采用开放的标准接口实现应用软件和系统硬件的分离。其中, 通用系统管理负责在不同的任务阶段和系统状态下操纵系统, 实现满足航电系统结构描述要求的配置行为, 以实现系统的实时管理。这种结构描述要求由蓝图提供具体内容。本文给出了蓝图概念及其在综合电视指令制导系统中的应用。

2 蓝图概念

在 IMA 中, 通用系统管理完成调度程序、通信管理、配置管理、故障和重构管理的功能。相对于以往与硬件紧密耦合的软件功能, 这些功能的实现将通过蓝图配置的指令来控制, 并且这种配置可以根据需要改变。

蓝图是一种集中组织管理系统定义信息的方法, 通过蓝图能够手动、自动和半自动地改变系统配置决定, 挑选不同的部件实时组成想要组建的系统。

ADA 语言用于编写蓝图解释程序, 以连接系统应用程序达到如下目的: 系统适应性, 软件的重复可用性, 软件兼容性和系统容错性。

3 蓝图结构和内容

蓝图集中组织管理航电系统的定义信息, 包含一个航电系统的组成、结构等的完整描述, 以确保航电系统能执行其功能^[4-5]。蓝图包含应用程序蓝图、资源蓝图和系统蓝图。

应用程序蓝图描述所有应用程序的运行时间要求、处理和存储要求、通信要求。每个应用程序蓝图包含下列信息:

- (1)程序名称;
- (2)调用程序名称;
- (3)被调用程序名称;
- (4)循环频率(循环程序);
- (5)激活时间(非循环函数的时间和事件功能, 循环程序的时间功能);

- (6)执行终止期限;
- (7)处理功能需求;
- (8)可擦除与不可擦除的存储功能;
- (9)接口和通信要求。

资源蓝图描述其物理系统, 即系统所有资源的类型和数量及系统的物理结构。每个资源蓝图包含下列信息: 资源名称, 调用资源名称, 被调用资源名称, 可使用的处理能力, 可使用的不可擦除存储, 可使用的可擦除存储, 可使用的通信通路, 资源的可能状态。

系统蓝图使由应用程序蓝图给出的虚拟系统描述与由资源蓝图给出的物理系统相匹配, 确定每个处理器对应运行哪个应用程序, 确定各条物理通道对应哪一条虚拟通道。这种应用程序对资源的匹配是动态的, 即在整个任务时间内它并不是唯一的, 而是可变化的。应用程序的时间管理一般情况下作为重构计划的一部分, 是系统蓝图必须包含的。系统蓝图包含下列信息:

- (1)功能名称;

基金项目: 国家部委基金资助项目

作者简介: 李 骞(1981 -), 男, 博士研究生, 主研方向: 机载制导武器系统; 冯金富, 教授、博士; 潘 勃, 博士研究生; 张佳强, 硕士研究生

收稿日期: 2009-03-26 **E-mail:** qianli_19810530@sina.com

- (2)调用功能名称；
- (3)被调用功能名称；
- (4)处理器对应用程序的分配(动态的)；
- (5)物理通道对虚拟通道的分配(动态的)。

4 应用

4.1 电视指令制导系统及核心处理模块

目前的电视指令制导系统仅提供导引头的图像,如果没有明显的地理坐标难以确定导弹航迹,且当受天气影响或人为干扰时导弹作战效率受到极大影响。随着嵌入式计算机技术和数字信号处理技术的发展,高速的数据和图像处理已经成为可能。通过融合,这些方法,得到一种综合电视指令制导系统,如图1所示。该系统包括2大部分:综合电视图像生成部分和电视指令制导部分。

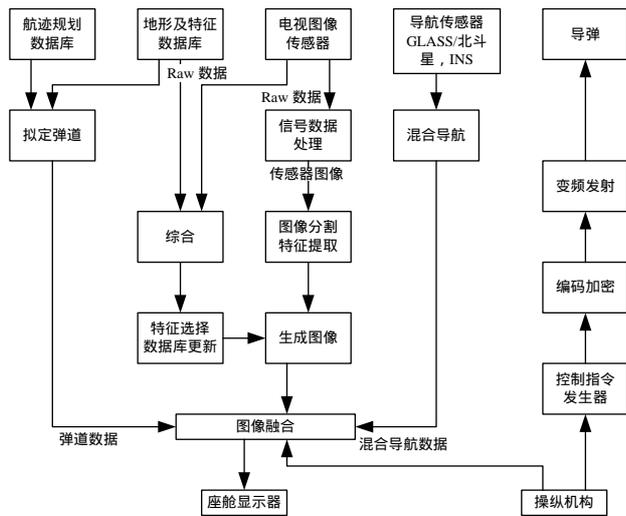


图1 电视指令制导系统原理

在图像生成部分,综合图像的生成建立在运用能实时更新的数据库如地形特征数据库的基础上。地形特征数据库是在攻击前通过航拍、卫星侦察等手段对导弹巡航路线和被攻击区域进行侦察得到的,它包含威胁导弹低空巡航的建筑、塔台和山丘等的信息,这些信息由数据和图像处理软件处理和显示。

当电视图像数据传到载机后,数据处理器把它与地形特征数据库中的地形数据进行比较融合,得到最新的实时地形数据显示给操纵员。这样当导弹航迹的部分地形因自然环境或人为地被遮挡时,仍然可以提供完整信息的图像。导弹的真实航迹由电视制导和其他导航系统如捷联惯导+GPS/GLONASS所提供的信息确定。最后,包含电视传感器图像特征的合成图像、传感器图像、相关的导航数据、预先装订的航迹规划数据以及障碍物告警等信息被融合到机载显示器上。

在导弹巡航阶段,操纵员根据实际弹道和预先装订的弹道及航迹上的地形特征通过机载操纵机构产生导弹的控制信号,对目标进行探测和识别后,可由机载自动跟踪系统转入自动跟踪,或由操纵员通过操纵机构发送控制指令,这些导弹控制指令信号经过编码加密后通过无线电发送给导弹。

目前专用的 IMA 软硬件平台还没有开发出来,设计者的基本选择是将当前基于 COTS 的软硬件作为过渡处理平台。LynxOS 是一种 COTS 实时操作系统,是操作系统层的核心部件,设计成一个显示操作系统,使用 64 位的 VME 实现对

外通信。

整个电视指令制导系统的核心处理部分如图2所示,分为以下4个部分:任务/系统/操纵员接口程序,无线电信令程序,TV程序,导航程序。数据处理硬件包括4个数据处理模块,由PowerPC微处理器(Single Board Computer, SBC)组成。信号处理硬件为多个数字信号处理器(Digital Signal Processing, DSP),通过这些数字信号处理器实现内部互连,是实现信号处理运算的最有效方法。这些处理器应与进行数据处理特征的功能分开。图像处理硬件包括2个图像处理模块,由3D PCI转接卡(PMC)组成,支持OpenGL,安装在微处理器上。与PowerPC微处理器通用的固体存储器提供通用的大容量存储能力,存储下载到其他模块的应用软件、功能库、数据库和表。系统的通信网络为开关阵列网络,包括数据网络和控制网络,数据网络提供由开关原理控制的点对点的图像数据传输路径,控制网络携带控制/状态信息的数据和低速率数据的传输,它的另一个重要功能是为配置和重构提供连接计划。

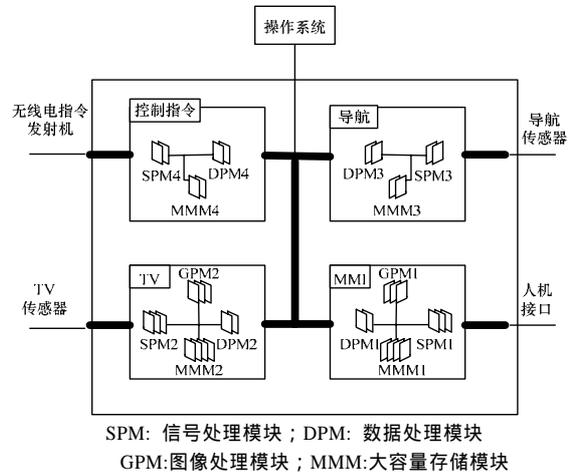


图2 综合电视指令制导的核心处理部件

4.2 应用程序和应用程序蓝图的结构

图3是电视指令制导系统的系统级关系和相互连接的虚拟通道,任务程序控制整个任务的工作情况,接收电视传感器和导航传感器的信息,并将无线电控制指令传给控制指令程序。SINK是备用的通信网络。

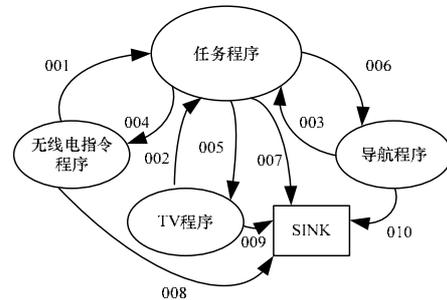


图3 系统级的程序

任务程序包括任务控制、系统控制和操纵员接口控制,称为任务/系统/操纵员接口程序。其主要功能如下:

- (1)任务控制: 1)根据作战环境和操纵员操作所确定的系统状态执行任务; 2)地形数据管理和实时更新; 3)航迹管理; 4)图形/图像融合。
- (2)系统控制: 系统健康管理。

(3)操纵员接口控制：1)最终综合信息显示；2)瞄准符号、参数字符等图形信息指令的产生；3)操纵员对导弹的控制，即生成无线电指令信号。

任务控制的蓝图主要分为任务管理-地形数据管理-航迹管理-图像/图形融合等4个层次，如图4所示。

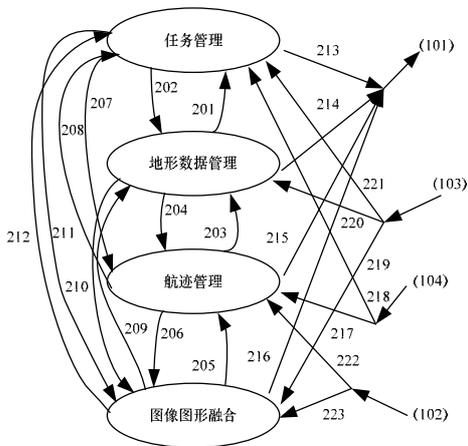


图4 任务控制的程序

图中的虚拟通道 222, 223 通过虚拟通道 102 接收操纵员操纵信息；虚拟通道 219, 220, 221 通过虚拟通道 103 接收电视图像部分的数据；虚拟通道 218, 217 通过虚拟通道 104 接收导航信息；虚拟通道 213, 214, 215, 216 将既有地形图像又有飞行航迹、瞄准符号、参数字符的画面数据通过虚拟通道 101 传给操纵员接口控制，最终显示给操纵员。

4.3 物理资源和资源蓝图

图5和图6显示了任务/系统/操纵员接口控制下面2级部分处理资源，包括 DPM1, SPM1, GPM1, MMM1 等处理资源。资源蓝图的编写不仅要包含可利用资源的种类和数量，而且要包含其物理结构。

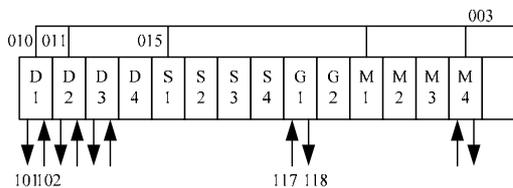


图5 电视指令制导系统的处理资源

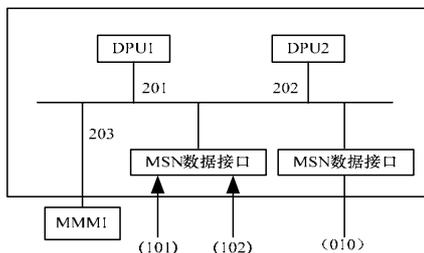


图6 DPM1 处理资源

4.4 分配方案和系统蓝图

图7是电视指令制导系统中包含4个数据处理模块的应用程序到资源的分配方案。有阴影的DPU处于睡眠状态，当主处理器处于故障态时才被激活。例如，当DPU1处于故

障态时，地形数据融合处理将被分配给DPU4，DPU4将被激活。在这个任务中处于睡眠状态的DPU一般会被激活完成其他任务。在分配时需要考虑几个因素。在本文例子的结构中，DPM只有一个I/O接口。由于应用程序需用高速数据转换电路连接使程序在不同模块运行，因此要尽可能避免把一个应用程序安排在同一个DPM。双I/O接口模块的出现缓解了这个问题。另外，在实际设计每个模块的处理能力时，不仅要考虑应用程序，而且要考虑磁盘操作系统的功能。一个好的设计应使DPU的处理容量总是处于非饱和状态。把应用程序分配给资源和时间的计划方案需要映射工具支持，可能的分配方案需要由蓝图中确定的规则校验。

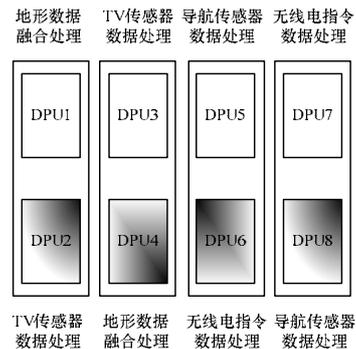


图7 模块级DPM1的处理资源

5 结束语

本文描述了基于IAM体系结构的蓝图在电视指令制导系统中的应用。包括电视指令制导系统在内的航电系统在向IAM体系结构发展的初级阶段是为了解决软硬件老化和技术升级问题，最终目的是利用蓝图在无须制造昂贵的系统原型情况下搭建各种系统模型，并能迅速验证系统的可靠性。

参考文献

- [1] Schulte A, Stutz P. Cognitive Concepts in Mission Management for Air-to-ground Attack Air-craft[C]//Proc. of the 3rd International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Edinburgh, UK: [s. n.], 1998.
- [2] Schulte A, Stutz P, Klockner V. Cognitive Concepts for Tactical Mission Management[C]//Proc. of Conf. on NATORTO SCI-Integration Technologies for Improved Tactical Operations. Florence, Italy: [s. n.], 2000.
- [3] Jibb D J, Walker J B. Avionics Architecture Standards as an Approach to Obsolescence Management[C]//Proc. of Conf. on NATORTO SCI-Integration Technologies for Improved Tactical Operations. Florence, Italy: [s. n.], 2000.
- [4] Marchetto A, Modular Avionic System Architecture Definition in the EUCLID R&T Programme 4.I[C]//Proc. of NATO AGARD Mission Systems Panel Symposium. Istanbul, Turkey: [s. n.], 1996.
- [5] Multedo G, Jibb D, Angel G. ASAAC Phase 11 Programme Progress on the Definition of Standards or the Core Processing Architecture of Future Military Aircraft[C]//Proc. of ERA Avionics Conference. London, UK: [s. n.], 1998.

编辑 张正兴