

基于FT1500A-16的综合处理平台设计与实现

秦 琪* 李成文 赵子杰 丰生磊

中国航空工业集团 西安航空计算技术研究所 第十研究室 陕西西安 710068

摘要: 目前国内飞机综合处理平台往往采用工作站和加固机设计, 面临着质量等级难以保障、停产禁运风险、信息安全等重要问题。为了更好实现新一代飞机航电任务系统的应用需求, 提高综合处理平台的安全性与可靠性, 提出了综合处理平台系统架构、网络架构, 设计并实现了基于FT1500A-16国产众核处理器的综合处理平台, 能够为通用飞机机载电子产品的研制提供支持。

关键词: 机载; 综合处理平台; 国产众核处理器; 航电任务系统

引言:

综合处理平台是航电任务系统的控制、管理与处理中心, 承担着航电信息信号交互与处理、系统与网络综合管理、战术应用功能、系统健康监控、系统运行管控、系统信息安全及信息综合存储等功能。文献[1]概述了当前机载航电任务系统处理平台架构的历史演进及相关技术的发展趋势; 俞大磊等人^[2]提出了一种FC网络集成仿真验证系统, 模拟综合处理平台的应用环境, 为综合处理平台FC网络提供平台级的仿真、验证的分析环境。

目前飞机的任务系统处理平台往往存在可靠性低, 体积大、重量重、功耗高, 维修性差, 飞机多种信息

无法进行融合共享以及在恶劣战争环境下生存能力差等问题, 在此基础上, 提出一种基于国产众核处理器——FT1500A-16的综合处理平台设计, 具有综合化模块化体系结构, 提高航电任务系统高性能信息处理能力, 具备高带宽信息通信能力、高可靠性及高安全可用性, 同时具有灵活的机群式开放软硬件架构及系统管理模式, 以支持系统可配置性、可扩展性及可维护性。

一、处理平台组成及架构

1. 平台组成

综合处理平台由3种功能单元组成, 如图1所示, 包括: 2个信号处理机、1个数据处理器、1个数据信息存储机。

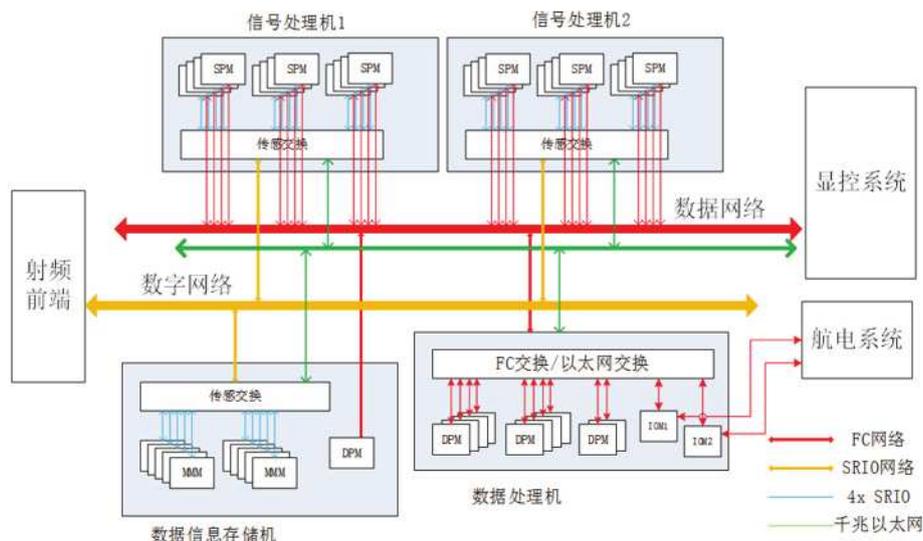


图1 处理平台功能单元配置

基金项目: 航空科学基金 (2016ZC31003)

第一作者简介: 秦琪 (1993—), 女, 汉, 陕西三原, 硕士, 工程师。研究方向: 机载计算机系统。E-mail: nwpu_qq@163.com。

综合处理平台对外以及平台内处理单元之间全部通过光纤互联。对外通过36路数字网络光纤与综合射频系统相联,通过3路数据网络光纤与显控分系统相联,通过2个接口模块的数据网络光纤接口与航电系统数据网络光纤接口交联通信。综合处理平台功能部件配置及主要功能为:

信号处理功能模块:配置2个信号处理机,每个信号处理机最大可配置10个信号处理单元;信号处理单元主要是实现信号的数字波束形成(DBF)、脉冲压缩、滤波、杂波抑制、恒虚警处理、点迹凝聚、参数测量、解调制等数字信号交换、数字信号处理。通过高速的SRIO网络与综合射频前端相连接;

数据处理功能模块:配置1个数据处理机,每个数据处理机最大可配置2个接口转换单元和8个数据处理单元;数据处理功能模块完成航电任务系统的数据交换、数据计算、任务管理、通用数据库管理等工作;

数据信息存储功能模块:配置1个数据信息存储机,每个数据信息存储机最大可配置2个数据处理单元和8个大容量存储单元。数据信息存储功能模块为大数据存储、传感数据记录、存储、回放、管理等功能。

2. 网络架构

平台核心网络由SRIO以及FC组成如图2所示。SRIO用于传感数据交换,称作数字网络;FC及以太网用于任务处理数据业务交换,为数据网络^[3-5]。

SRIO交换网络采用双余度交换网络架构,分为A、B两组网络,两组网络采用完全一致的设计。每组SRIO交换网络由3块位于不同处理单元的传感网络交换模块级联构成。传感网络交换模块对处理模块内部单元提供交换接口,同时对外提供光纤介质交换接口,对外接口用于交换模块间的级联以及前端传感网络接入。

FC网络采用单余度交换网络架构,网络交换由数据处理机配置的2块32端口FC网络交换模块级联实现,FC网络交换单元对数据处理机内部提供12路FC交换端口,同时对外提供44路FC交换端口。

以太网交换采用单余度交换网络架构,由位于各处理机内的以太网交换单元通过多路光纤通道级联构成。3路以太网端口用于与显控系统交联。

二、处理平台核心部件设计

1. FT1500A-16 处理器

通过分析系统设计需求以及目前国产处理器研发状态,FT1500A-16满足系统数据功能性能^[6-8]。

FT1500A-16处理器硬件特性如下表1所示。

表1 FT1500A-16处理器硬件特性

Table 1 Hardware characteristics of the FT1500A-16 processor

硬件特性		说明
Core	兼容 ARM V8 指令集的内核	16个,典型工作频率1.5GHz。支持以Core为单位的电源关断
L2Cache		4个,每个2MB,共8MB
L3Cache		8个,每个2MB,共16MB
存储控制器	DDR3 SDRAM 控制器	2个控制器,每个控制器支持带ECC的72位DDR3 RDIMM/UDIMM。两个存控可关闭一个
外设	PCIE3.0 RootComplex	2个x16,每个可分拆为2个x8,独立控制
	千兆以太网控制器	2个控制器,均支持千兆、百兆自适应,物理接口支持MII、GMII规范
	Flash控制器	1个SPI接口的Flash控制器,支持4个片选,单片最大支持容量为512MB
	UART	2个UART,其中UART0为9线串口,UART1为3线串口
	I2C	2个I2C,可配置为Master或Slave
	GPIO	4个8位GPIO接口
	LPC	1个LPC接口,兼容Intel Low Pin Count协议,可接SuperIO等外围芯片
电源	内核电源	0.9V
	存控电源	1.5V
	IO电源	1.8V

2. 高性能数据处理部件

高性能数据处理部件以国产FT1500A-16核处理器为核心方案进行设计实现,并搭载运行国产麒麟操作系统。设计与实现如图2所示。

基于国产化核心部件的高性能数据处理单元主要功能性能如下:

- 采用FT1500A/16核处理器;
- 浮点处理能力:96Gflops;
- 内存8GB,存储容量256GB;
- 支持1路FC网络接口,2路千兆以太网;
- 麒麟操作系统,硬件时间同步机制;

功能子卡扩展,通过XMC/PMC接口卡扩展FIC或图形加速单元。

三、结束语

针对飞机任务系统处理平台可靠性低/体积大/功耗高及维修性差等问题,提出设计的综合处理平台,首次

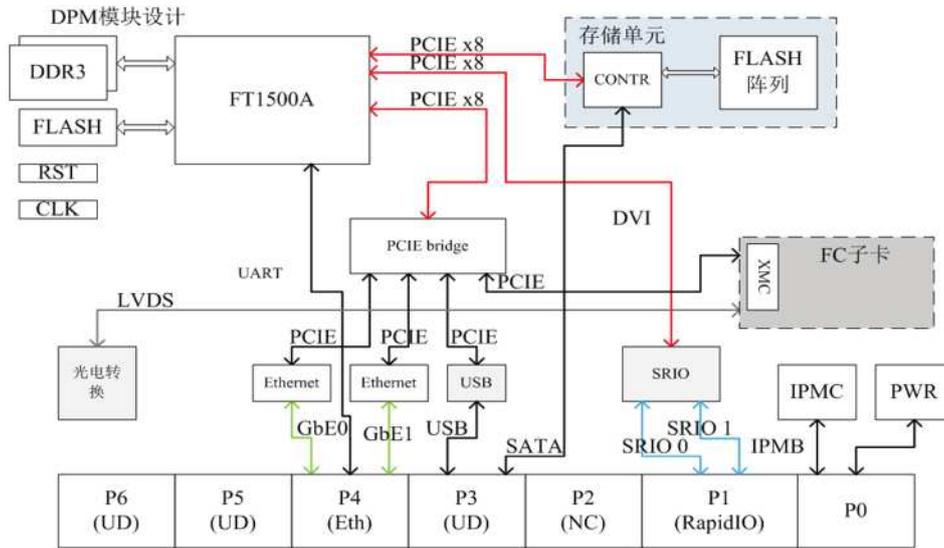


图2 高性能数据处理部件原理框图

采用国产化核心部件实现了机载系统的高性能数据处理技术，具有技术先进、性能高、重量轻、体积小、功耗低的特点，突破了基于国产核心软硬件的数据处理设计技术，其性能大大优于现有型号配备的机载计算机，能够有效将国产处理器及国产操作系统应用于新一代综合处理平台，也解决了系统体积、重量、功耗问题，大幅度提高了系统的可靠性、维修性。

参考文献:

[1]李超强, 刘晓敏.军用特种飞机任务系统架构技术发展研究[J].中国电子科学研究院学报, 2017, 12 (05): 469-474.
[2]俞大磊, 韩强, 高杨, 等.综合化核心处理平台FC网络集成仿真验证系统设计[J].电光与控制, 2021, 28

[3] Information Technology Industry Council (ITI). Fibre channel – fabric generic requirements (FC-FG): ANSI INCITS 289-1996[S].New York: American National Standards Institute, Inc. , 1996.
[4] Information Technology Industry Council (ITI). Fibre channel – framing and signaling-4 (FC-FS-4): ANSI INCITS 488-2016[S]. New York: American National Standards Institute. Inc. , 1996.
[5]李键, 孙东旭, 朱志强.航电FC交换网络可靠性建模与仿真研究[J].电光与控制, 2019, 26 (5): 73-76.
[6]周楠, 胡娟, 胡海明.多核处理器发展趋势及关键技术[J].计算机工程与设计, 2018, 39 (02): 393-399, 467.