

基于 ATCA 架构的加固服务器主模块设计技术

刘斌, 孙铨钰

(江苏自动化研究所, 江苏 连云港 222006)

摘要: 为了解决传统加固服务器主模块可靠性差和稳定性差的问题, 提出了一种基于 ATCA 架构的加固主模块设计方法; 该方法包括了基于冗余-48V 的高性能服务器处理器供电电路设计技术、基于 ECC 校验的 DDR2 高带宽数据存储电路设计技术、基于 SATA 的高速存储技术等关键技术; 经过了大量的测试和试验验证, 该种新型的加固服务器主模块能够在恶劣环境下稳定运行, 可靠性和稳定性都有了很大的提升。

关键词: ATCA; 服务器; 主模块; DDR2; SATA; 高性能; 抗恶劣

Design Technique for Computer Module of Rugged Blade Server Based on ATCA

Liu Bin, Sun Quanyu

(Jiangsu Automation Research Institute, Lianyungang 222006, China)

Abstract: In order to solve the problem about poor reliability and poor stability for computer module of rugged blade server, this paper proposes a design method for computer module based on ATCA. The method includes the key techniques such as high performance power circuits design based on redundant -48 V inputs, and high bandwidth data memory circuit design based on ECC DDR2, and high speed data storage based on SATA. After a large number of test and experiment, the new computer module of rugged blade server can stable operation in harsh environment, has made greatly increased in reliability and stability.

Key words: ATCA; server; computer module; DDR2; SATA; high performance; anti-harsh environment

0 引言

随着现代电子信息技术的迅猛发展, 高性能加固服务器在军事方面的应用越来越广泛, 同时军用武器装备对加固服务器的计算性能、可靠性、稳定性和环境适应性的要求也越来越高, 因此自主研发高性能、抗干扰能力强的加固服务器, 最大程度的掌握自主技术对国防事业有着重要的意义。

ATCA, 即高级电信计算平台, 它脱胎于在电信、航天、工业控制、军事装备等领域, 是应用广泛的新一代主流工业计算技术^[1]。

目前, 国内外的军用加固计算机主模块大多以 x86、PowerPC 高性能处理器为核心, 采用 VME、CPCI 等面向嵌入式应用的硬件体系结构, 并以 ATCA、VPX 等基于交换式串行互连架构的计算机作为目前的主要发展方向^[2]。本文将着重介绍这种基于 ATCA 架构的加固服务器主模块的设计思路 and 实现过程以及测试结果。

1 主模块原理设计方案

ATCA 加固刀片服务器主模块采用集成双核或四核的高性能服务器处理器, 北桥通过前端总线和单处理器或 SMP 架构的双处理器互连, 同时北桥通过集成的内存控制器实现 DDR2 存储器, 通过南桥实现网络、串口、USB、VGA、PS2 等功能接口, 结合加固 ATCA 机箱、电源等, 运行服务器操作系统, 在此基础上, 运行应用软件, 进行主模块的功能性能测试分析以及功能接口应用等功能测试。图 1 为 ATCA 加固

刀片服务器主模块总体组成。底层硬件系统中, 在 ATCA 机箱、电源、风扇等基础上, 能够通过多个 ATCA 主模块实现多模块(多刀片)的硬件系统^[3]。

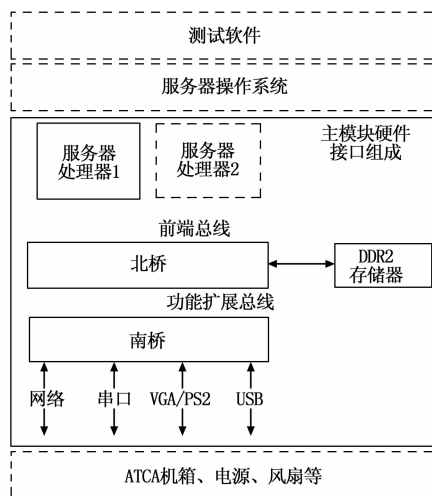


图 1 ATCA 加固刀片服务器主模块总体组成

2 主模块设计实现

根据研究方案, 进行基于冗余-48V 的高性能服务器处理器供电电路设计技术、基于 ECC 校验的 DDR2 高带宽数据存储电路设计技术、基于 SATA 的高速存储技术等研究内容的研究与电路的设计, 开展加固 ATCA 服务器主模块设计。

2.1 硬件设计

2.1.1 总体组成

加固 ATCA 服务器主模块是基于 X86 平台的架构, 采用

收稿日期: 2014-01-08; 修回日期: 2014-02-28。

作者简介: 刘斌(1985-), 男, 江苏连云港人, 工程师, 主要从事加固机模块设计与测试方向的研究。

Intel 公司 Harpertown 核心的 Xeon L5408 四核处理器; 南北桥芯片组分别采用 ICH9R 芯片和 Intel 5100 芯片组, 南桥支持 SATA 接口, USB、SPI 和 LPC 接口, 作为高性能高可靠性的通用服务器主板, 具备以下 3 个方面的功能: 处理功能、接口功能以及主板管理 (IPMI)^[4] 等功能。

由于 L5408 的片上资源只有前端总线, 需要配套的芯片组如 5100 和大量的外设芯片来实现相关功能, 因此模块按面积较大的 8U 规格设计并采用双处理器结构, 以提高模块整体处理能力。处理器之间采用 SMP 架构进行通信, 处理器通过前端总线与芯片组 5100 进行通信。芯片组 5100 集成了 DDR2 内存控制器和高速串行总线 PCIe, PEX8XXX 是 PCI-E 交换芯片, 用来实现处理器与外设之间的通信。千兆以太网控制器、VGA 为高数据吞吐量设备, 采用 PCI-E 接口的芯片来实现。南桥采用芯片组 ICH9R, 并提供高速 SATA 接口、USB 接口等, 如图 2 所示。

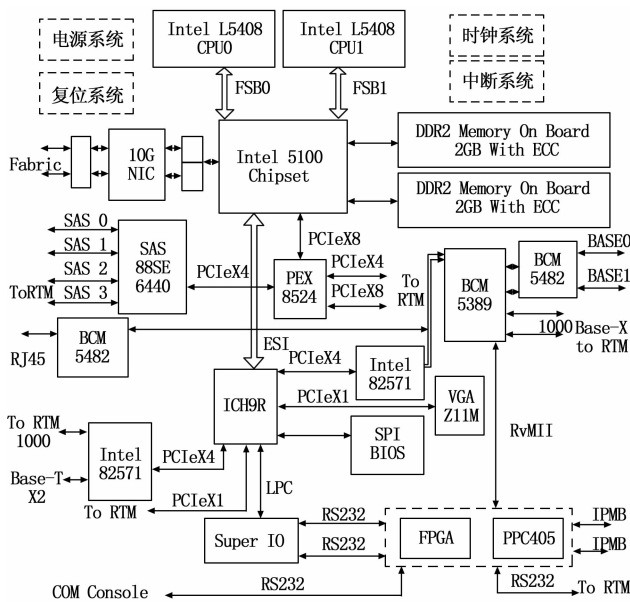


图 2 ATCA 加固服务器主模块总体组成框图

为了提供足够的与外部通信的高带宽接口, 由北桥和南桥提供了多个 PCIe 接口。同时, 为了实现单刀片或者多刀片之间的管理和通信, 通过底层设计 FPGA 和 PPC 处理器实现 IPMI 智能管理平台硬件的设计。

2.1.2 至强服务器处理器 L5408

Intel Xeon L5408 是一款由 Intel 公司生产的高性能服务器处理器, 是第二代四核处理器, 主要用于主流服务器平台、高性能计算系统、工作站、商业服务器等。采用了 45 nm 高 K 制造技术 (采用铬合金高 K 与金属栅极晶体管设计), 并对酷睿微体系结构进行了增强。其 Penryn 内核架构具备 12 MB 的二级 Cache、存储速率最高达 800 MHz, 跟上一代的 65 nm 工艺相比, 下一代 45 nm 高 K 制程技术可以将晶体管数量提高近 2 倍。借助新发明的高 K 金属栅极晶体管技术, 晶体管能够以光速更高效地进行开关, 晶体管切换速度提升了 20% 以上, 实现了更高的内核速度, 并增加了每个时钟周期的指令数。同时, 由于减少了漏电流, 因而可以降低功耗, 同英特尔现有的双核处理器相比, 新一代处理器能够以相同甚至更低的

功耗运行。

2.1.3 DDR2 设计

随着服务器性能的不不断提高, 以及内存容量需求的不不断增长, 内存可靠性和稳定性的要求也不断提高。从最初的奇偶校验, 到在此基础上发展出的 ECC 技术、高级 ECC 技术, 到现今的 CHIPKILL 技术, 以及更高级的内存热备份和内存镜像技术等, 各类内存保护技术日趋成熟和完善, 为服务器高度稳定运行提供了可靠的保障。5100 芯片组提供了 2 通道的 DDR2 内存控制器, 最高工作频率可达 800 MHz。为了提高数据吞吐量, 采用 4 片 16 位宽的内存颗粒组成 64 位宽的内存组, 原理如图 3 所示。供电电压为 1.5 V, 同时增加了 ZQ 端, 外接 1%精度的 240 欧电阻到地。DDR2 在初始化时使用 ZQ 校准命令来对 RON 和 ODT 校准。

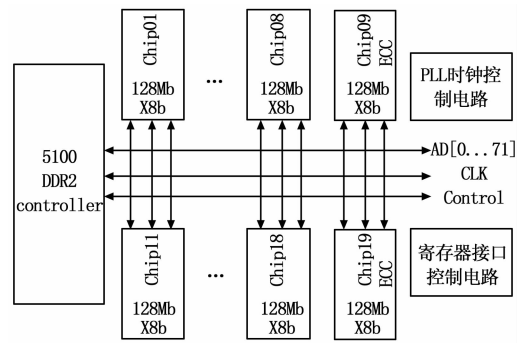


图 3 DDR2 连接示意图

2.1.4 千兆以太网设计

Intel 825XX 是双端口千兆以太网控制器, 片上集成了 4 个 PHY, 大大缩小了设计面积, 最大功耗约 4 W 左右。接口示意图如图 4 所示。Intel 825XX 通过 SPI 接口外接 EEPROM 和 Flash。EEPROM 用来存储配置字, Flash 用来存放 pre-boot 代码以供老式的 16 bit 操作环境使用。Intel 825XX 采用 PCI-E x4 接口与处理器通信, 峰值带宽可达 2.5x4Gbps, 完全满足 2 路千兆以太网的数据吞吐量需求。

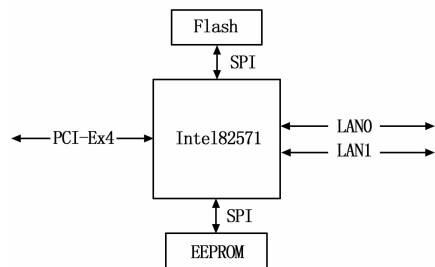


图 4 千兆以太网接口示意图

2.1.5 SATA 接口设计

SATA 是一种完全不同于并行 ATA (PATA) 的新型硬盘接口类型, 采用串行方式传输数据。ATCA 主模块采用的 ICH9R 南桥芯片拥有能够支持 RAID 功能的 SATA 接口。通过南桥与 SATA 控制器相连, 实现多路 SATA 接口的控制和数据传输。ATCA 主模块在上电运行稳定后, 通过上层应用软件, 能够实现 RAID 的功能^[5], 从而可以提供高稳定高速的数据存储和读写功能。通过硬件的支持和软件的配置, 主模块可以支持集中 RAID 模式。

2.2 软件设计

在 1 套加固 ATCA 机箱、电源等硬件环境的基础上，构建 ATCA 加固服务器主模块的软件环境如服务器版本操作系统 WINDOWS Server 2003，运行典型功能性能测试软件如 CPUZ、BURN IN TEST 等，进行处理器、存储器、板载磁盘、功能接口等技术指标正确性的常温验证。

利用常温测试的软硬环境，进行环境温度指标的试验，验证环境温度下的处理器、存储器、板载磁盘、功能接口等技术指标的正确性。加固刀片服务器主模块软件设计主要包括底层驱动函数库的编写、上位机测试程序以及其他相关测试程序等。

3 主模块测试

ATCA 加固服务器主模块的生产和调试完成的工作主要包括：电源电路、复位电路、内存 DDR2 电路、千兆以太网电路、SATA 接口电路以及 Super IO 电路的功能调试验证等。

3.1 硬件测试

3.1.1 内存 DDR2 电路测试结果

随着 Intel 最新处理器技术的发展，前端总线对内存带宽的要求越来越高，拥有更高更稳定运行频率的 DDR2 内存将是大势所趋。

我们知道，clock（时钟信号）一个周期包含两个比特信息，对于 DDR2 667 来说，比特数据流 667 Mbit/s，实际仿真的频率为 333 MHz，Address（地址信号）是 Clock 时钟的一半，实际仿真的频率为 167 MHz，于是我们可以得到下面的仿真频率：Clock 333 MHz、Data 333 MHz、Address 167 MHz。

根据实际情况结合相关芯片的 IBIS 模型，我们在 Hyperlynx 仿真环境下进行了电路测试，测试结果如图 5 所示。从结果中我们可以看到，当采用正确的端接来匹配传输线阻抗时，可以明显的减少串扰，当传输线间距增大时，也可以减少串扰。当传输线线宽间距比为 1:1 时，串扰很严重，满足不了设计的要求；而传输线线宽间距比为 1:2 和 1:3 时，串扰的现象差别则不是很明显。考虑到印刷电路板的实际使用大小以及成本，我们设计时需要保证性能的前提下，尽量的减小传输线间距。

综上所述，在 DDR2 的设计中，采用传输线的线宽间距比为 1:2 比较合适。

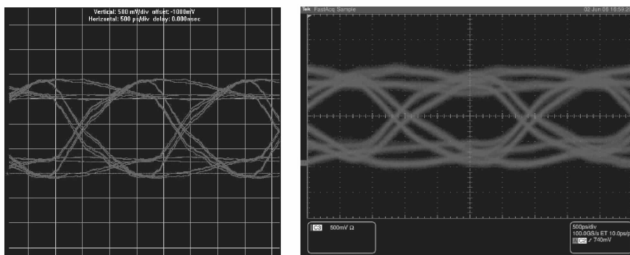


图 5 DDR2 的电路仿真结果

3.1.2 SATA 接口电路测试结果

ATCA 主模块采用的 ICH9R 南桥芯片拥有能够支持 RAID 功能的 SATA 接口。通过南桥与 SATA 控制器相连，实现多路 SATA 接口的控制和数据传输。通过对 SATA 接口电路的测试，其测试结果如图 6 所示，按照 SATA 的 SPEC 规

范，本板电路中的 SATA 接口信号工作状态完全符合 SATA2.0 的信号规范，通过了标准的 SATA2.0 接口模板的测试，状态良好。

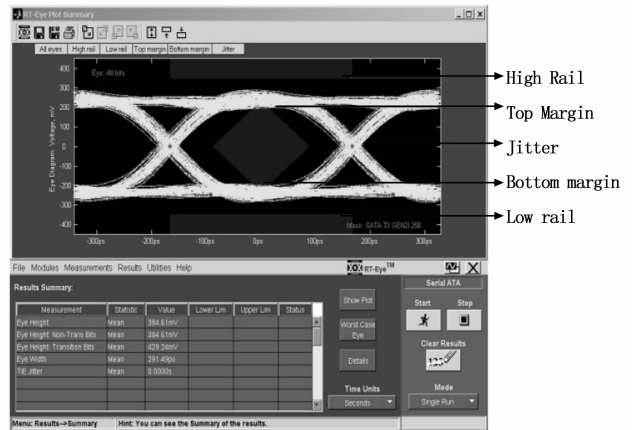


图 6 SATA 接口信号眼图测量

3.2 软件测试

在 ATCA 加固服务器硬件的基础上，构建 ATCA 加固服务器主模块的软件环境如服务器版本操作系统 WINDOWS2003，在此基础上，运行典型功能性能测试软件如 CPUZ、BURN IN TEST 等，进行处理器、存储器、板载磁盘、功能接口等技术指标正确性的常温验证。同时在 ATCA 加固服务器主模块运行了 Windows 2003 操作系统平台下运行各种测试软件，部分软件能够良好支持对称多处理器架构硬件系统，并发挥出多核处理器的性能优势^[6]。

表 1 加固 ATCA 平台性能测试及与其他平台比较

测试平台	1.4 G PM	1.66 G L2400	GM45+ T9400	Core i7	Xeon 5410
CINEBENCH R10	1 216	2 858	5 158	5 301	11 314
Fritz Chess	935	2 185	3 643	3 715	11 314
Super n(s)	60	37	20	15	19
PCMark05	2 223	3 909	4 207	6 173	7 468
LinX(GFLOPS)	0.817	2.626	4.218	13.225	54.126

基于 Intel Xeon L5408 处理器平台设计的 ATCA 加固刀片服务器主模块性能非常强劲，与我所研发设计的其他平台进行性能比较，采用当前流行的性能测试软件，包括处理器测试软件、存储器测试软件、浮点处理性能测试软件、图形处理性能测试软件等，测试结果如表 1 所示，从测试结果可以看到，ATCA 加固服务器主模块由于采用的高性能处理器，以及先进的平台结构进行设计，其各方面的性能指标都比其他平台的处理器优秀很多，尤其浮点处理能力比最新的基于 Core i7 处理器架构的主模块性能还要优秀 4 倍以上^[7]。

4 结论

本文主要研究了加固 ATCA 服务器主模块设计技术，采用先进的国产处理器和高性能服务器系统，完成了以下几种主要的关键技术的研究和设计：

(1) 基于 ECC 校验的 DDR2 高带宽数据存储电路设计技术：通过分析服务器 ECC 内存使用要求、JEDEC 开发的内存

(下转第 1612 页)

少, 所需的节点数也最少, 能够有效地延长网络的生命周期。

表 1 不同算法数据比较

算法	覆盖率(%)	迭代次数(次)
随机覆盖率	73.64	
遗传算法(GA)	87.51	580
鱼群算法(AFSA)	88.73	214
粒子群算法(PSO)	89.32	431
蜂群算法(ABC)	90.11	173
改进蜂群算法(CABC)	93.48	189

4 结束语

无线传感器网络主要技术包括路由优化、能量优化、数据融合、覆盖优化等, 这些技术在各个领域中都有巨大的应用前景, 其中网络最优覆盖问题是无线传感器网络关键问题之一。在无线传感器网络基础理论中, 每个节点都有一个固定的传感半径, 假如在监测目标区域中任意一个点位于一个传感节点的感知范围内则被节点覆盖。为了能够更好地获取感知服务、控制节点密度以及减少整个网络的消耗, 本文提出了一种基于混沌人工蜂群算法的无线传感器网络覆盖优化算法, 通过仿真结果可以看出, 本文算法获得了较高的网络覆盖率和覆盖效率, 延长了网络生存时间, 能够达到整个网络能够均衡的算法设计目标, 为无线传感器网络覆盖优化提出了一种新的算法。但在算法的迭代次数和仿真时间方面还是消耗相当较长, 还需要进一步研究。

参考文献:

[1] Hossain A, Chakrabarti S, Biswas, P K. Impact of sensing model on wireless sensor network coverage [J]. Wireless Sensor Systems, IET, 2012, 2 (3): 272-281.

[2] Xiao Y, Chen H, Wu K, et al. Coverage and Detection of a Randomized Scheduling Algorithm in Wireless Sensor Networks [J]. Computers, IEEE Transactions on, 2010, 59 (4): 507-521.

[3] 何中胜, 朱宇光, 庄燕滨, 等. 无线传感器网络中覆盖控制技术综述 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (7): 1737-1739.

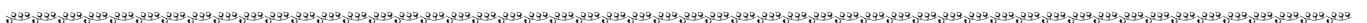
[4] Wang X B, Han S H, Wu Y B, et al. Coverage and Energy Consumption Control in Mobile Heterogeneous Wireless Sensor Networks [J]. Automatic Control, IEEE Transactions on, 2013, 58 (4): 975-988.

[5] He J, Ji S L, Pan Y, et al. Reliable and energy efficient target coverage for wireless sensor networks [J]. Tsinghua Science and Technology, 2011, 16 (5): 464-474.

[6] Ammari HM, Das SK. Centralized and Clustered k-Coverage Protocols for Wireless Sensor Networks [J]. Computers, IEEE Transactions on, 2012, 61 (1): 118-133.

[7] Zhang C, Zhang Y C, Fang Y G. A Coverage Inference Protocol for Wireless Sensor Networks [J]. Mobile Computing, IEEE Transactions on, 2010, 9 (6): 850-864.

[8] Dong D Z, Liao X K, Liu K B, et al. Distributed Coverage in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks by Topological Graph Approaches [J]. Computers, IEEE Transactions on, 2012, 61 (10): 1417-1428.



(上接第 1596 页)

技术标准 JESD79—2B 规范等, 开展基于 ECC 校验的 DDR2 高速数据存储电路设计技术研究, 研究 DDR2 信号源同步接口电路、DDR2 信号时序约束和匹配、DDR2 信号端接等的研究, 设计基于 ECC 校验的 DDR2 高速数据存储电路, 满足加固刀片服务器主模块的 DDR2 内存设计要求。

(2) 基于 SATA 的高速存储技术: 通过分析 SATA 协议和接口规范, 开展基于 SATA 的高速存储技术研究, 研究 SATA 控制器电路、SATA 高速串行总线接口特性、SATA 高速串行总线测试分析等的研究, 设计基于 SATA 的高速存储技术, 满足加固服务器主模块的 SATA 的高速存储设计要求。

加固 ATCA 服务器主模块设计技术使舰艇指控嵌入式服务器具备高性能多核心、多主并行、高带宽、易扩展、强计算处理能力, 使舰艇指控嵌入式服务器的整体性能达到国内领先水平。本模块已完成相关的鉴定试验工作, 性能优良, 已再相关领域进行了应用, 可以支撑指控领域的数据库、邮件等服务应用, 如指控多信息流快速处理与融合、目标综合识别、电子海图、作战信息管理。当可扩展性集群的计算能力随节点数量的增多而增加时, 也可应用于周期性、

高强度、多源信息处理系统, 如复杂武器仿真系统、飞行器模拟训练系统、卫星测控、大型工业控制过程等实时性要求较高的领域。

参考文献:

[1] Munch J. PICMG3.0 规范——先进的通信计算机架构 (ATCA) [J]. 通讯世界, 2003, (8): 96.

[2] 郑纬民, 汤志忠. 计算机系统结构 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

[3] 邱善勤, 王常青. 刀片服务器技术与标准分析 [J]. 信息技术与标准化, 2006, (11): 35-38.

[4] 张神唐. RAID 技术在服务器中的应用 [J]. 江汉石油科技, 2006, (2): 60-62.

[5] 张神唐. RAID 技术在服务器中的应用 [J]. 江汉石油科技, 2006, (2): 60-62.

[6] 柴小丽, 奚军, 倪明. 适度并行嵌入式计算机体系结构研究 [J]. 计算机工程, 2008, 34 (5): 283-285.

[7] 黄斌. 基于 Core i7 处理器的高性能计算机主模块设计 [J]. 计算机测量与控制, 2012, (10): 169-171.