

基于ARM架构的边缘计算服务器关键平台研究

刘东, 王瑞锦, 赵彦钧, 马朝阳, 袁昊男

引用本文

刘东, 王瑞锦, 赵彦钧, 马朝阳, 袁昊男. [基于ARM架构的边缘计算服务器关键平台研究](#)[J]. 计算机科学, 2024, 51(6A): 230600119-8.

LIU Dong, WANG Ruijin, ZHAO Yanjun, MA Chaoyang, YUAN Haonan. [Study on Key Platform of Edge Computing Server Based on ARM Architecture](#) [J]. Computer Science, 2024, 51(6A): 230600119-8.

相似文章推荐 (请使用火狐或 IE 浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

[基于联邦学习的智能电网AMI入侵检测方法研究](#)

Study on Smart Grid AMI Intrusion Detection Method Based on Federated Learning
计算机科学, 2024, 51(6A): 230700077-8. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230700077>

[基于加权损失的点云占用图视频上采样](#)

Weighted-loss-based Up-sampling for Point Cloud Occupancy Map Video
计算机科学, 2024, 51(1): 184-189. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230600161>

[基于CodeBERT的设计模式语言模型](#)

CodeBERT-based Language Model for Design Patterns
计算机科学, 2023, 50(12): 75-81. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230100115>

[基于边推断增强对比学习的社交媒体谣言检测模型](#)

Rumor Detection Model on Social Media Based on Contrastive Learning with Edge-inference Augmentation
计算机科学, 2023, 50(11): 49-54. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.221000043>

[ARM处理器上的格点QCD计算与优化](#)

Lattice QCD Calculation and Optimization on ARM Processors
计算机科学, 2023, 50(6): 52-57. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230200159>

基于 ARM 架构的边缘计算服务器关键平台研究

刘东^{1,2} 王瑞锦³ 赵彦钧² 马朝阳² 袁昊男³

1 电子科技大学计算机科学与工程学院 成都 611731

2 四川华鲲振宇智能科技有限责任公司 成都 610095

3 电子科技大学信息与软件工程学院 成都 610054

(liudong@uestc.edu.cn)

摘要 针对现有边缘计算基础网关服务器既不具备安全、稳定、可靠与通用性强等特点,又无法支持边缘计算场景的计算任务等问题,文中首次在基于 ARM 架构的鲲鹏 920 芯片的长虹天宫边缘计算服务器 TG225B1 上,设计并实现了适用于边缘计算场景的 iBMC 软硬件架构。该架构采用 ARM 国产化硬件底座,支持边缘网关硬件管理,实现工控多协议的自适应交互框架。对符合性、功能、性能、易用性、维护性、可靠性、兼容性等指标进行测试,表明 iBMC 架构能较好满足边缘计算服务器的需求。

关键词:边缘计算服务器;ARM 架构;BMC;iBMC

中图分类号 TP393

Study on Key Platform of Edge Computing Server Based on ARM Architecture

LIU Dong^{1,2}, WANG Ruijin³, ZHAO Yanjun², MA Chaoyang² and YUAN Haonan³

1 School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China

2 Sichuan Huakun Zhenyu Intelligent Technology Co., Ltd, Chengdu 610095, China

3 School of Information and Software Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China

Abstract In view of the problems that the existing edge computing server cannot meet the characteristics of security, stability, reliability and strong universality, and cannot support the computing tasks of edge computing scenarios, this paper designs and implements the iBMC software and hardware architecture suitable for edge computing scenario for the first time based on Changhong Tiangong edge computing server TG225B1, which is based on Kunpeng 920 chip of ARM architecture. The architecture adopts arm domestic hardware base, supports edge gateway hardware management, and realizes the adaptive interaction framework of industrial control multi-protocol. After testing its compliance, function, performance, ease of use, maintainability, reliability and compatibility, it is concluded that iBMC architecture can better meet the requirements of edge computing server.

Keywords Edge computing server, ARM architecture, BMC, iBMC

1 引言

全球移动设备的快速发展,产生了海量的连接和数据。根据爱立信 2020 年 11 月份发布的报告《Ericsson Mobility Report》,2020 年全球物联网连接数约 17 亿,预计 2026 年连接数将达到 59 亿,物联网设备数将达 2000 亿台^[1]。连接数的急速增长意味着海量数据的产生,高速增长的连接需求和数据推动了边缘计算及其服务区架构设计的发展。

得益于边缘计算的兴起,未来超过 70% 的数据和应用将在边缘产生和处理^[2]。边缘计算设备受场景约束,处理能力

和性能的提升受到限制,需要与云协同。边缘计算系统和边缘计算服务器应运而生。同时,考虑到数据安全等因素,在智能制造、安防监控、工业采集和控制等应用场景下,对国产自主可控的边缘计算服务器的需求也愈加强烈^[3]。

华为公司基于 ARM 架构设计的鲲鹏 920 处理器,采用 7 nm 工艺制造,可支持 32/48/64 个内核,主频可达 2.6 GHz,支持 8 通道 DDR4、PCIe 4.0 和 100G RoCE 网络^[4]。参照华为 Taishan200 2280E 主板研制的 TG225B1 边缘计算服务器,设计开发了 I/O 扩展板、电源转接板和风扇转接板单板并定制电源模块,同时设计了适合边缘计算场景的 iBMC 架构,

基金项目:国家自然科学基金(61802033,61472064,61602096);四川省区域创新合作项目(2020YFQ0018);四川省科技计划重点研发项目(2021YFG0027,2020YFG0475,2018GZ0087,2019YJ0543);中国博士后科学基金项目(2018M643453);广东省国家重点实验室项目(2017B030314131);网络与数据安全四川省重点实验室开放课题(NDSMS201606)

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China(61802033,61472064,61602096),Sichuan Regional Innovation Cooperation Project(2020YFQ0018),Sichuan Science and Technology Program(2021YFG0027,2020YFG0475,2018GZ0087,2019YJ0543),Chinese Postdoctoral Science Foundation(2018M643453),Guangdong Provincial Key Laboratory Project(2017B030314131) and Network and Data Security Key Laboratory of Sichuan Province Open Issue(NDSMS201606).

通信作者:王瑞锦(ruijinwang@uestc.edu.cn)

完成硬软件平台搭建并进行了初步验证。本文首次基于该边缘计算服务器 TG225B1, 设计并实现适用于边缘计算场景的 iBMC 软硬件架构, 具备安全、稳定、可靠与通用性强等特点。

2 ARM 架构与鲲鹏 920

ARM 架构是当前全球最大的计算生态系统底层架构。伴随 ICT 产业核心技术生态, 完成了从 PC(Wintel) 到智能手机(Android & iOS+ARM) 架构的颠覆性迁移, 其支持的产品和技术平台涵盖了云边端全计算产业链^[5]。ARM 的商业模式以架构授权为主: 一是架构授权模式, 基于 ARM 架构, 可以自主扩充指令集并升级产品; 二是 CPU 核授权模式(软核和硬核), 基于 ARM CPU IP 可实现设计生产, 升级则需完成新 CPU 核授权的获取。

ARM 生态在服务器领域持续创新, 技术优势不断从终端向云端扩展。随着云化进程的推进, 大量基于 ARM 架构的终端业务与数据中心的云端业务维持同构, 可以实现应用开发、部署和运行的无缝协同, 大幅度降低了开发的难度, 端边云协同效应显著。另一方面, 生态优势不断推动技术进步, 近年来不断涌现出创新的服务器产品和解决方案, 如亚马逊 AWS 对外提供的 Amazon EC2 服务就是基于 ARM 架构^[6], 富士通基于 ARM 技术实现全球最快高性能计算^[7], 华为基于 ARM 架构鲲鹏处理器打造 TaiShan 系列服务器^[8]等。

iBMC 架构采用的主处理器为华为鲲鹏 920。鲲鹏 920 处理器是专为边缘计算、大数据处理和分布式存储等应用场景设计的多核处理芯片, 因而应用场景与 INTEL XEON(至强)类似。其通过优化分支预测算法, 增加 OP 单元数量并进一步改进内存子系统架构, 整合 8 通道的内存控制器, 提升处理器性能, 使得带宽增幅达 48%。在 Specint 基准测试中, 基

于鲲鹏处理器的服务器测试得分超过 930, 超过行业基准线 25%, 同时电力利用效率高于同行 30%, 在实现更强性能的同时降低了功耗^[9]。此外, 鲲鹏芯片中集成了传统计算芯片的四大结构, 包括网络、存储、主控芯片和 CPU。此外, 进一步对比多核协同、内存使用等指标和集成网卡等特点, 鲲鹏 920 在边缘计算、海量存储的应用场景中更具优势^[10]。

3 系统设计

3.1 总体设计方案

基于国产 ARM 鲲鹏 920 处理器在多核、高性能、高效等方面的优势, 研究具备多协议兼容能力、国密算法兼容能力、多源异构计算能力、AI 加速能力、GPU/NPU 加速能力、复杂环境适应能力、易扩展及可升级、兼容常见工业互联网的边缘计算服务器平台, 达到易部署与易维护的目的, 并具备耐高温、体积更小及核心部件可独立升级等特征。设计并实现面向边缘计算服务器的智能硬件管理工具, 实现网关的传感器、CPU 状态等实时监控、管理, 并解决软硬件解耦、硬件差异复杂度等问题, 同时提升软件的扩展性, 降低版本适配新产品硬件的难度。最后, 设计基于协议语义映射的多协议互通系统, 实现多种工控协议智能自适应交互。

3.2 硬件方案

考虑到算力优势及性价比等综合因素, 本系统选择鲲鹏 920 48 核 CPU 硬件平台 TG225B1 型服务器作为硬件平台主芯片, 基于华为 Taishan200 2280E 主板、背板和 I/O 模组设计, 针对边缘计算服务器特殊定制化需求的结构加固、尺寸要求、环境适应性要求, 对外围的风扇组件、I/O 组件、电源、电源转接板、I/O 模组等部件进行重新设计, 机框结构件也重新进行设计, 以满足客户对边缘计算服务器的需求。边缘计算基础网管服务器逻辑架构图和硬件架构图分别如图 1、图 2 所示。

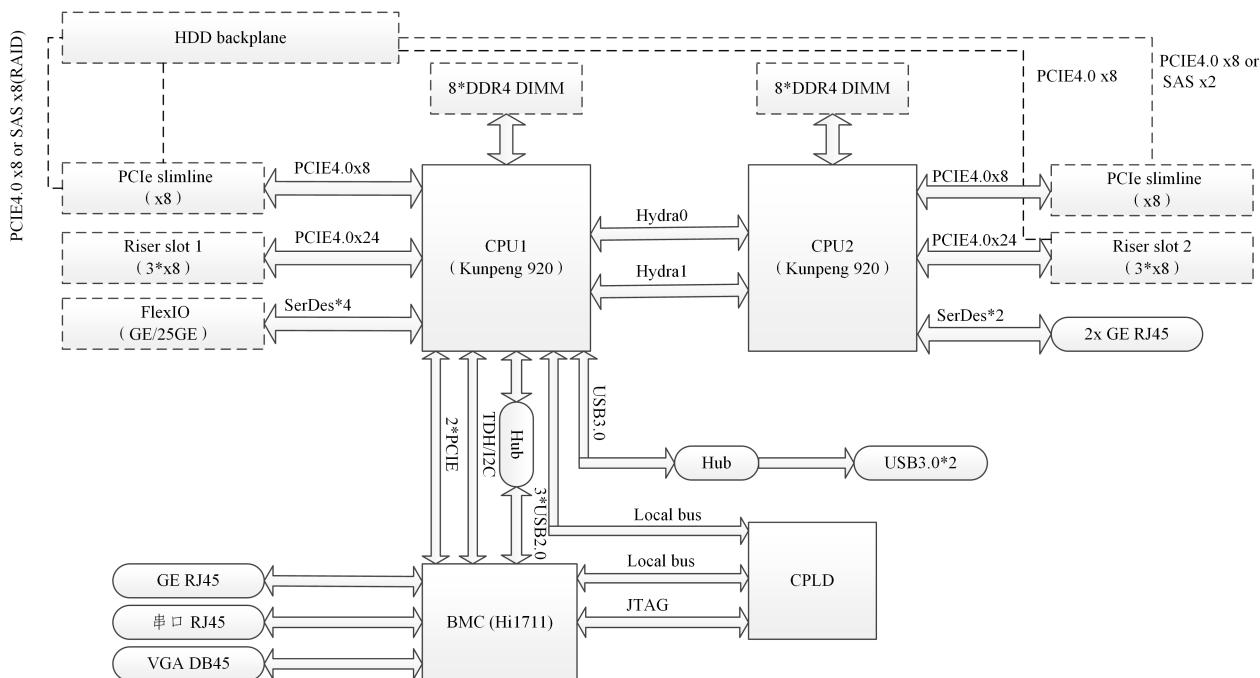


图 1 边缘计算基础网关服务器逻辑架构图

Fig. 1 Logical architecture diagram of edge computing basic gateway server

针对边缘计算场景,需要更改常规的外部接口为航插接口,边缘计算场景下网口通常使用 2 个电口和 2 个光口^[11]。考虑维护性和可靠性,重新设计电源部分,并作为内置模块。另外,边缘计算场景下的散热非常重要,综合散热效率和功耗,风扇从 4 个修改为 3 个,并需要修正调速策略。

按照本项目的实际需求,拟对华为鲲鹏 I/O 扩展板进行

扩展,实现易扩展、易兼容、易插拔、易修改等功能,以更好地服务工业互联网边缘网关。I/O 扩展板相比原始设计的 I/O 扩展板尺寸缩小了,适应边缘计算服务器机箱要求,端口处 GE,COM,VGA,USB 接口连接器与后面板航插连接器通过软线连接;10GE 光信号仍然采用 SFP+光模块设计,经过定制的光纤航插接口后输出面板。

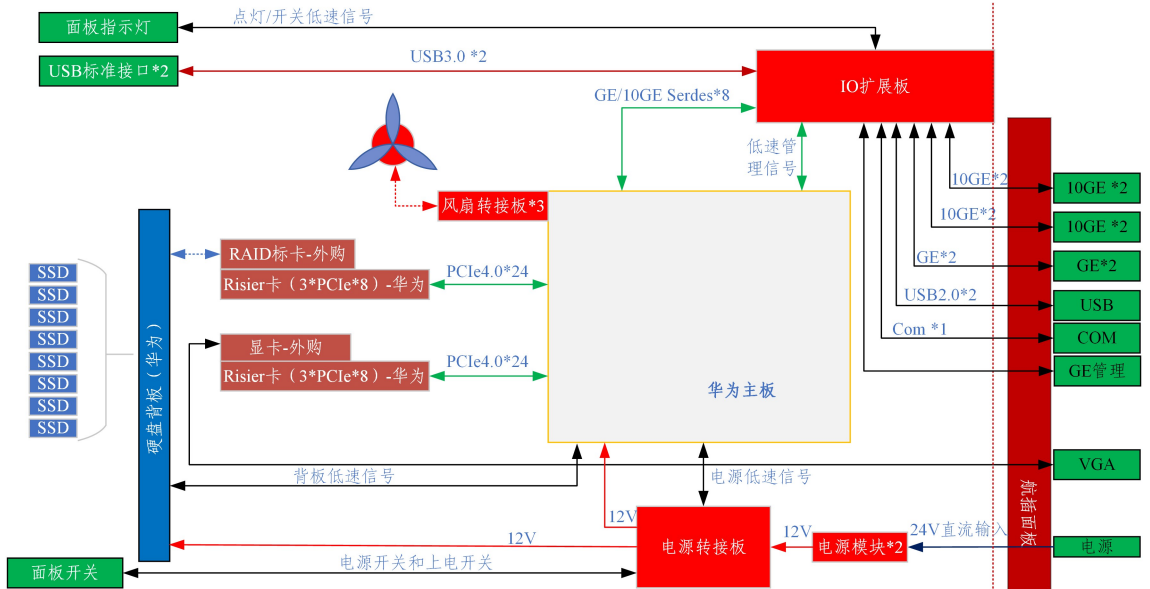


图 2 边缘计算基础网关服务器硬件架构图

Fig. 2 Hardware architecture diagram of edge computing basic gateway server

硬盘背板槽位减少为 8 个,电源模块和电源管理板进行新设计开发,支持 1+1 冗余设计,满足电源模块的加固抗振性能和电磁兼容性要求。

3.3 软件方案

3.3.1 适合边缘计算的 iBMC 架构

基于 ARM 国产边缘计算基础网关研发了智能硬件管理软件,实现服务器各项动态指标实时监控、管理,并解决软硬件解耦、硬件差异复杂度等问题,同时提升软件的扩展性,降低版本适配新产品硬件的难度。

传统 BMC(Baseboard Management Controller)是独立于服务器系统之外的小型操作系统,是一个集成在主板上的芯片。服务器集群一般使用 BMC 指令进行大规模无人值守操作,包括服务器的远程管理、监控、安装、重启等。BMC 是服务器的基本核心功能子系统^[12],常用功能如图 3 所示。其负责服务器的硬件状态管理、操作系统管理、健康状态管理、功耗管理等核心功能。



图 3 BMC 常用功能

Fig. 3 Common functions of BMC

针对边缘计算场景,设计 iBMC (Intelligent Baseboard Management Controller)软件为各个自主研发或定制的部件提供驱动和管理支持,保证各部件系统有效,同时切合边缘计算场景要求。具体而言,重新设计了 I/O 接口板,调整了风扇,因此,BMC 软件架构中需要重新设计界接口卡管理、风扇管理、硬盘管理、散热策略等。针对边缘计算场景无人维护场景,重点加固了故障检测、告警和故障诊断的部分。

如图 4 所示,工业互联网边缘网关管理软件具有告警和详细的日志,能够独立显示主板电源故障、CPU 的内核温度、电压、硬盘故障、风扇转速及温度故障、网卡 MCE/AER 错误、系统电源故障、总线故障、系统宕机故障等。同时还提供了 CPU、内存、网卡和硬盘等各类部件信息的查询。同时支持对告警日志、错误日志、部件信息等实现一键收集,以辅助问题定位^[13]。

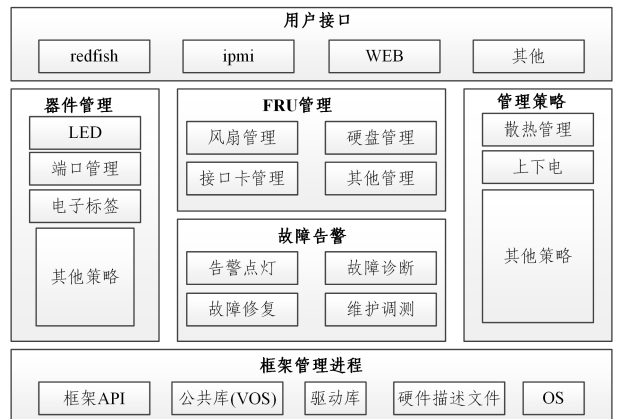


图 4 边缘计算基础网关软件模块

Fig. 4 Software module of edge computing basic gateway

3.3.2 多协议自适应交互框架

实现多种工控协议智能自适应交互首先要对协议生态系统进行标准化,一方面是物理世界实体定义的标准化,另一方面是交互行为的标准化。工业互联网边缘计算网络中的应用协议负责通过互联网进行数据交换和通信。这些协议主要运行在 TCP/UDP 层,它们适应基于互联网模型的边缘计算技术的特点,在应用层上改进、构建不同的交互模式,以实现互通和互操作,例如 Modbus, PPI, MP, profinet, Dvp 与 OPC 等。

1)设计工控协议标准化资源模型。定义一个适用于 ARM 国产边缘计算网关交互体系的标准协议资源模型,它描述了一个逻辑实体(边缘计算服务)或物理实体(边缘计算设备)的抽象表示,以实现多个端设备和应用程序互通信息流。在标准化协议数据模型中,资源模型是对物理或服务实体的上层抽象,它为建模实体制定规则和策略,以标准化生态系统。资源模型屏蔽了底层通信模型繁琐的概念和流程,通过统一的资源描述表征生态系统中各种设备和资源的能力。因此,在工业互联网边缘计算协议生态系统中,只要满足标准化的语义规范,任何设备和服务都可以实现信息的交互,达到真正意义上互通的目的。标准化协议资源模型定义了描述资源的规范,包括统一的资源标识符、资源类型、资源接口、资源属性、资源表示等,以 JSON 格式描述。

2)多协议标准化资源操作。通过对边缘计算工业互联网中物理实体和通信过程的抽象建模,标准化协议架构如图 5 所示。其利用资源模型的概念抽象出所有的物理实体,协议信息交互过程采用 Client/Server 通信模型,并通过请求和响应实现双方之间的通信。协议标准化架构可以分为 5 个层次,分别是应用层、核心功能层、传输层、网络层和 L2 连接层。通过对应用层服务进行抽象建模,逻辑操作行为以消息数据的形式出现。协议的标准化主要在其核心功能层,其定义了服务抽象和逻辑抽象的所有功能,包括资源模型、资源操作、发现机制和消息协议。



图 5 边缘计算工业互联网协议标准化架构

Fig. 5 Standardization architecture of edge computing industrial Internet protocol

标准化工业互联网协议的资源操作是应用于资源模型的行为操作,资源服务信息的获取是通过对标准化协议资源执行各种类型的请求和响应操作来实现的。标准化协议使用

5 种资源操作,即创建、检索、更新、删除和通知(CRUDN)。CRUDN 操作通常由标准化协议客户端到提供资源服务的边缘网关执行。标准协议客户端主动向承载资源的边缘网关发起 CRUDN 请求,目标资源接收客户端发送的资源操作请求,并根据资源定义的接口公开的资源视图处理请求,向客户端返回相应的响应结果。在 CRUDN 资源的操作期间,由请求或响应生成的消息携带资源表示以完成资源信息的传递,并且该操作还通过使用请求或响应消息中携带的一系列参数来完成整个交互过程。

3)多协议自适应交互框架构建。设计并实现基于上述标准化协议架构的边缘计算工业互联网多协议交互系统,如图 6 所示。该系统由标准化协议客户端、ARM 国产边缘计算基础网关和非标准化协议服务器三部分组成。

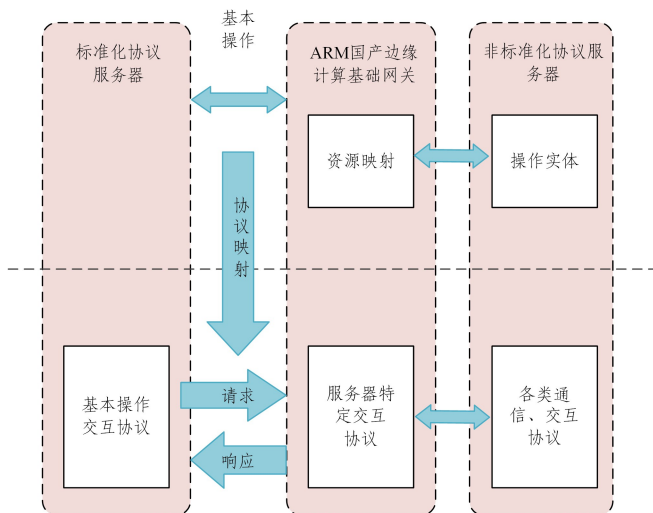


图 6 多协议自适应交互框架

Fig. 6 Multi protocol adaptive interaction framework

其中,标准化协议客户端代表由标准化协议构建的生态系统,负责获取标准化协议、其他协议或云平台提供的服务,包括数据查询和设备控制;非标准化协议服务器代表由其他协议构建的生态系统;它由非标准化协议的智能设备或云平台组成,如无线设备、智能工业云平台等,提供生产质量监测、自动化控制、传感服务等。ARM 国产边缘计算基础网关是多协议互通系统的关键部分,它充当标准化协议生态系统和非标准化协议生态系统之间的中介,并实现标准化协议与其他协议的互操作性。

在工业生产领域,不同的工控协议使用不同的实现方法,数据组织方式不同,语义表示也不尽相同。因此,为了实现各种不同的协议来访问标准化协议架构,需要进行语义转换,以便标准化协议设备和非标准化协议设备能够理解彼此的交互操作和内容。根据标准化协议的特点,ARM 国产边缘计算网关中的协议语义转换分为模型映射、行为映射和数据映射 3 个层次来完成。

4 系统实现

4.1 I/O 扩展版实现

I/O 扩展板对内接口保持和当前华为的 I/O 扩展板连接器型号兼容,宽度缩小到 63 mm,对外接口输出支持通过 BTW 连接器线缆连接到航插连接器,如图 7 所示。

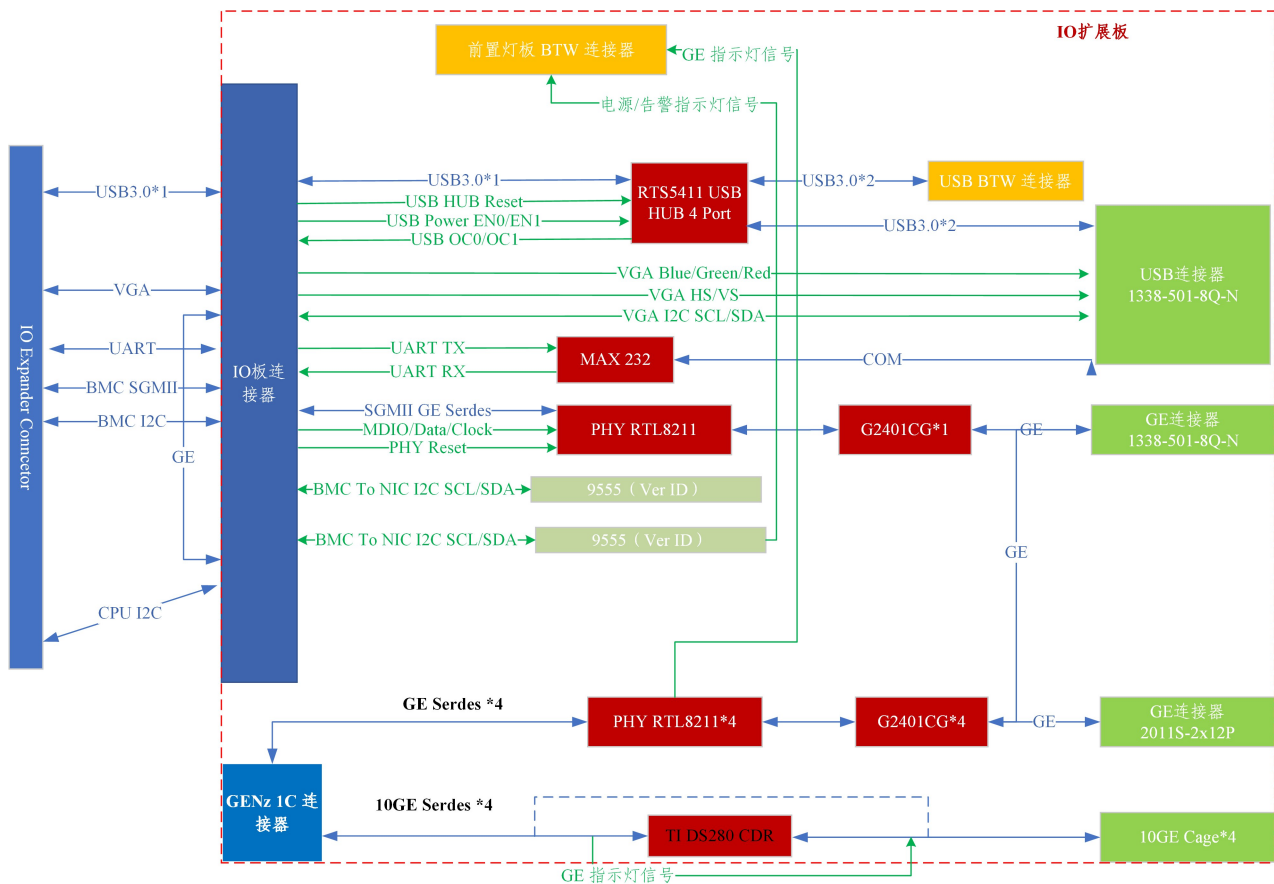


图 7 I/O 扩展板设计方案

Fig. 7 Design scheme of I/O expansion board

4.2 软件实现

根据第 3 章的分析,为完成适合边缘计算场景的服务

器,需要新开发 iBMC 软件模块的新功能,具体如表 1 所列。

表 1 iBMC 软件新增功能

Table 1 New functions of iBMC software

模块	功能	描述
风扇	适配 60×38 风扇	风扇由 4 个改为 3 个
	PWM 信号挂死后风扇保持全速	PWM 信号挂死后,风扇 PWM 信号保持为高电平
	支持风扇转速检测	风扇转速检测信号接入 CPLD,由 BMC 读取
	支持风扇在位状态检测	支持风扇在位信号接入 CPLD,由 BMC 读取
电源	定制散热策略	温度传感器;进风口、cpu、mem
	开机上电策略调整	默认不上电
	支持电控制	WEB 界面,上电按钮,ipmi 命令
I/O 板	支持电源在位状态检测	硬件提供在位信号和 PowerGood 信号
	适配自研 I/O 板	端口使能;VGA,USB,GE,10GE
专用	虚拟万兆网卡	驱动 I/O 板上的 4 个 10GE 光口
	软件专用	自研软件只能在华鲲加固服务器上使用
告警	硬件专用	非自研 I/O 板,OCP 卡不驱动
	电源	支持电源在位检测
指示灯	硬件告警	支持自研单板故障诊断告警
	系统故障指示灯	有严重告警,亮红灯;其他,灭灯
	硬盘状态指示灯	有硬盘告警,亮红灯;其他,灭灯
WEB	logo	华鲲振宇
	copyright	华鲲振宇
	系统信息	支持查看所有自研单板信息

5 性能测试

本次测试依据《边缘计算服务器产品质量测试大纲 V1.0》测试标准,对 TG225B1 边缘计算服务器的功能

性、效率、可靠性等方面进行测试,描述了相应的方法、环境、测试结果以及相关测试数据记录,并对测试结果进行了分析和总结。

测试平台配置、测试环境、测试工具如表 2—表 4 所列。

表 2 测试平台配置

Table 2 Test platform configuration

名称	型号、规格	数量
主板	BC82AMDDI	1
BI/OS 固件	V1.18.K	1
处理器	Kunpeng 920, 48 Core@2.6GHz	2
内存	DDR4 RDIMM 内存-16GB-2933MT/s-2Rank(1G×8bit)-1.2V-ECC	16
硬盘	通用硬盘-600GB-SAS 12Gb/s-10K rpm-128MB 及以上-2.5 英寸(2.5 英寸托架)	1
	通用硬盘-4000GB-SATA 6Gb/s-7.2K rpm-128MB 或以上-3.5 英寸(3.5 英寸托架)	1
网卡	以太网网卡-10GE(Hi1822)-四端口-SFP+(不含光模块)-半高半长-全高拉手条-PCIe 4.0×8	1
操作系统	UOS 20 专业版	1
电源	PAC900S12-BE/PAC2000S12-BG 交流电源	2

表 3 测试环境

Table 3 Test environment

名称	描述	数量
服务器	鲲鹏服务器主板 S920X03-5250-AE 2×(鲲鹏 920, 48Core@2.6GHz, 8DIMM) 边缘计算服务器 8×2.5 英寸硬盘机箱, 支持 RAID 卡安装 UOS20 专业版	2
PC 机	测试工具设备	2
交换机	网络基础设施	1

表 4 测试工具

Table 4 Test tools

序号	名称	版本	备注
1	Unixbench	5.1.3	测试操作系统综合处理能力
2	spec2006	2006	测试 CPU 性能
3	iozone	4.3.0	测试磁盘读写性能
4	Netperf	2.7.0	测试网络传输速率、网络吞吐量、网络响应时间等
5	SPECjvm2008	2008	测试 JAVA 虚拟机的性能
6	LMBench	3.0	测试操作系统性能
7	LTP	20160510	测试系统稳定性
8	Stream	5.09	测试内存带宽性能
9	FI/O	2.1.10	测试磁盘读写性能

表 6 Shell 命令性能测试结果

Table 6 Shell command performance test results

系统信号	shell 命令	系统信号	2p/16K	16p/64K
处理时间	启动时间	处理时间	切换时间	切换时间
常规性能	913	1.03	2.4	2.13
环境性能	918	1.05	2.46	2.12
波动值	100.5%	101.9%	102.5%	99.5%

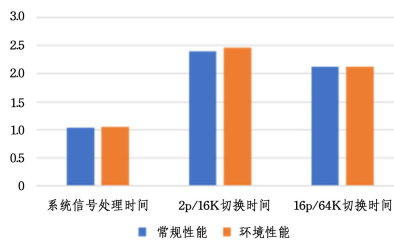


图 9 Shell 命令性能测试结果

Fig. 9 Shell command performance test results

5.1 CPU 浮点计算性能测试

为测试 CPU 浮点计算性能,我们分别在 CPU 单线程计算、多线程计算场景下测试了其整型计算与浮点计算性能,结果如表 5 和图 8 所示。

表 5 CPU 浮点计算性能测试结果

Table 5 CPU floating point computing performance test results

CPU 性能	整型计算 单线程	整型计算 多线程	浮点计算 单线程	浮点计算 多线程
常规性能	25	1237	21.3	1059
环境性能	25.5	1376	20.9	1031
波动值	102.0%	111.2%	98.1%	97.4%

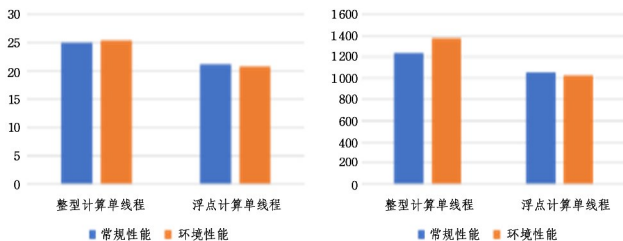


图 8 CPU 计算性能测试结果

Fig. 8 CPU computing performance test results

5.2 Shell 命令性能测试

为测试 Shell 命令性能,我们对 Shell 命令启动时间、系统信号处理时间、2p/16K 切换时间、16p/64K 切换时间的常规性能与环境性能进行了评估,结果如表 6 和图 9 所示。

5.3 内存读写性能测试

为评估内存读写性能,我们分别在单线程内存读写、多线程内存读写场景下对常规性能、环境性能及其波动值进行了评测,结果如表 7 和图 10 所示。

表 7 内存读写性能测试结果

Table 7 Memory read/write performance test results

(MB/s)		
内存读写能力测试	单线程	多线程
常规性能	15152	43757
环境性能	15131	42402
波动值	99.9%	96.9%

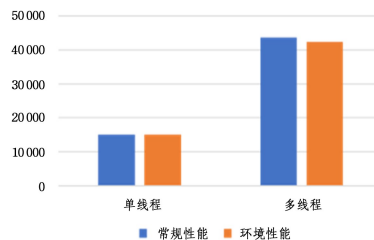


图 10 内存读写性能测试结果

Fig. 10 Memory read/write performance test results

5.4 硬盘读写性能测试

为了评测硬盘读写性能,我们评估了顺序写、顺序读、随机写、随机读场景下硬盘的读写能力,评测结果如表 8 所列。

表 8 硬盘读写性能测试结果

Table 8 Hard disk read/write performance test results

测试硬盘读写能力	IOPS	带宽/(KB/s)	响应时间/ms	测试类型
常规性能	7517	3758	2127	顺序写 512 B
环境性能	7555	3777	2116	
波动值	100.5%	100.5%	99.5%	
常规性能	36935	18468	432	顺序读 512 B
环境性能	34304	17152	465	
波动值	92.9%	92.9%	107.6%	
常规性能	499	255	32037	随机写 512 B
环境性能	545	279	29352	
波动值	109.2%	109.4%	91.6%	
常规性能	447	229	35.7	随机读 512 B
环境性能	491	251	32.5	
波动值	109.8%	109.6%	91.0%	
常规性能	140	143926	113	顺序写 1024 K
环境性能	212	217391	75	
波动值	151.4%	151.0%	66.4%	
常规性能	147	150869	108	顺序读 1024 K
环境性能	222	227503	72	
波动值	151.0%	150.8%	66.7%	
常规性能	145	149095	109	随机写 1024 K
环境性能	146	149725	109	
波动值	100.7%	100.4%	100.0%	
常规性能	122	124944	131	随机读 1024 K
环境性能	122	125939	130	
波动值	100.0%	100.8%	99.2%	

5.5 单线程与多线程性能测试

为了评测单线程与多线程性能,我们对系统综合处理能力进行了评估,其常规性能、环境性能、波动值如表 9 和图 11 所示。

表 9 单线程与多线程性能测试结果

Table 9 Single thread and multi thread performance test results

系统综合处理能力	单线程	多线程
常规性能	1552	9874
环境性能	1213	7726
波动值	78.2%	78.2%

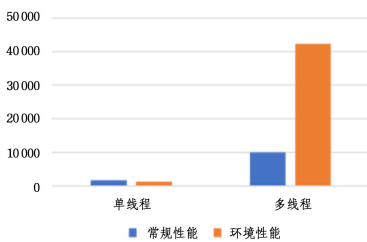


图 11 单线程与多线程性能测试结果

Fig. 11 Single thread and multi thread performance test results

5.6 网络性能测试

为了评测网络性能,我们评测了 TCP、UDP 及响应时间的常规性能、环境性能与波动值,结果如表 10 和图 12 所示。

表 10 网络性能测试结果

Table 10 Network performance test results

网络性能	TCP/(Mbps/s)	UDP/(Mbps/s)	响应时间/ms
常规性能	938.86	961.56	51
环境性能	941.47	961.54	43
波动值	100.3%	100.0%	84.3%

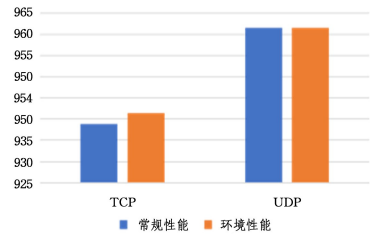


图 12 网络性能测试结果

Fig. 12 Network performance test results

5.7 性能测试结果小结

通过以上对边缘计算服务器计算性能、命令性能、读写性能、线程性能与网络性能的测试,验证了 TG225B1 边缘计算服务器的设计方案有效,适合边缘计算的若干场景,满足数据安全等要求,在智能制造、安防监控、工业采集和控制等应用场景下有较好表现。

结束语 本文介绍了基于 ARM 架构的鲲鹏 920 芯片的长虹天宫边缘计算服务器 TG225B1 上的设计与实现。通过对鲲鹏 920 芯片的性能、华为 Taishan200 2280E 主板以及 BMC 架构的研究,调整了硬件部份的 I/O 扩展板、电源转接板和风扇转接板 3 个单板,定制电源模块,设计了 iBMC 架构中的接口卡管理、风扇管理、硬盘管理、散热策略、告警点灯、故障诊断和 WEB 接口以适应边缘计算场景。该架构采用 ARM 国产化硬件底座,支持边缘网关硬件管理,实现工控多协议的自适应交互框架。随后进行了服务器性能验证测试,证明 TG225B1 的软硬件设计是有效的,为后续研发及设计各行业的定制服务器奠定了基础。

参考文献

- [1] Ericsson, Ericsson Mobility Report [EB/OL]. [2021-08-06]. <https://www.ericsson.com/4a03c2/assets/local/mobility-report/documents/2021/june-2021-ericsson-mobility-report.pdf>.
- [2] HOU H X. Mobile swarm intelligence awareness execution optimization mechanism based on edge computing[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2019.
- [3] 边缘计算产业联盟. 边缘计算 IT 基础设施白皮书 1.0. Edge Computing Industry Alliance. Edge Computing IT Infrastructure White Paper 1.0(2019)[EB/OL]. <http://www.eccconsortium.org/Lists/show/id/375.html>.
- [4] SU Y. Huawei Kunpeng 920: A Brave 'Core'[J]. Computer & Network, 2019, 45(21):72-73.
- [5] ZHENG X Y, LI W, MENG D. Analysis and Research on Trust-Zone Technology [J]. Chinese Journal of Computers, 2016, 39(9):1912-1928.
- [6] KHANDELWAL V, CHATURVEDI A K, GUPTA C P. Cost Optimization Over Amazon EC2 Spot Instances-Research Challenges[J]. International Journal of Distributed and Cloud Computing, 2017, 5(2):1-6.
- [7] Fujitsu Ltd. Patent Issued for Electronic Apparatus and Arm Device(USPTO 9671831)[P]. 2017.
- [8] Advancing Arm Server Ecosystem Cooperation to Promote Breakthroughs in Chinese Semiconductor Industry[J]. Micro-controllers & Embedded Systems, 2019, 19(6):36.
- [9] GE Z R. Performance Evaluation and Application Porting Optimization for HPC Systems based on ARM Architecture[D].

Lanzhou; Lanzhou University, 2020.

- [10] SHI W S, ZHANG X Z, WANG Y, et al. Edge Computing: Current Status and Future Prospects[J]. Journal of Computer Research and Development, 2019, 56(1): 69-89.
- [11] YANG B, XIANG Y C, CAO R. Implementation of PS2 Protocol based on Domestic ARM[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2019, 32(6): 22-24.
- [12] SU Z Y. Research and Implementation of Server Secure Boot Technology based on Domestic BMC[J]. Journal of Information Security Research, 2017, 3(9): 823-831.
- [13] ZHANG X C, YUAN G, FAN Y. Design of Dynamic Memory Scheduling based on Domestic ARM Virtualization Platform [J]. Information Communications, 2020(12): 63-67.



LIU Dong, born in 1974, Ph.D candidate. His main research interests include edge computing, information security and engineering.



WANG Ruijin, born in 1980, Ph.D, associate professor, master supervisor. His main research interests include information security, privacy protection and blockchain.