

机架式服务器的遥感卫星地面基带处理系统设计^①

党妮, 汤昊, 靳一, 卞敏杰, 毛双兰

(中国空间技术研究院西安分院, 西安 710000)

摘要:文章针对传统刀片式服务器的遥感卫星地面基带处理系统具有处理速率一般、写盘速率不够高、体积较大等特点,提出一种基于机架式服务器的地面基带处理系统。该处理系统克服了传统的基于刀片式服务器的处理系统的缺点,更加符合当前遥感卫星的发展理念。文章分别从硬件设计和软件设计两方面进行介绍,用真实的卫星数据作为测试用例,通过统计处理每组数据所消耗的时间,仿真分析了两种基带处理系统的性能,并测试了软件优化后的机架式服务器处理系统的解压缩速率;解压缩速率测试是通过对一定大小的原始数据进行多次解压缩处理、并统计每次处理的运行时间和处理速率来实现。测试结果表明:与刀片式服务器处理平台相比,机架式服务器处理平台具备处理速率快、写盘速率高和易于小型化等优点。

关键词:地面基带处理;机架式服务器;解压缩;小型化

中图分类号:TN821+.1

文献标识码:A

文章编号:1674-7135(2018)06-0040-06

DOI:10.3969/j.issn.1674-7135.2018.06.008

Design of ground baseband processing system for remote sensing data transmission based on rack server

DANG Ni, TANG Hao, JIN Yi, BIAN Minjie, MAO Shuanglan

(China Academy of Space Technology(Xi'an), Xi'an 710000, China)

Abstract: The traditional digital baseband processing system based on the blade server has the characteristics of low processing speed, low writing rate and large volume. A digital ground baseband processing system based on rack server is proposed in this paper, the system overcomes the shortcomings of the traditional processing system, and is more in line with the current development concept of remote sensing satellites. It is introduced in detail from the perspective of hardware design and software design. Using real satellite data as test cases, the performance of the two baseband processing systems is simulated and analyzed by statistical processing of the time consumed by each group of data. Moreover, the decompression rate of optimized software on the rack server processing system are tested. Decompression rate test is done by decompressing the original data of a certain size and counting the running time and processing speed. The results show that, compared with the blade server processing platform, the rack server processing platform has the advantages of fast processing rate, high writing disk speed and easy to be miniaturized.

Key words: Digital baseband; Rack server; Unzip; Miniaturization

0 引言

近年来,遥感卫星产业随着航天和遥感技术的逐渐成熟而飞速发展^[1]。遥感卫星作为应用卫星的一种,为人们提供了大量包括陆地、海洋、大气等各

个方面的有用数据。但随着人们对遥感卫星应用需求的逐渐增加,遥感卫星业务也日益增多,时间、空间和光谱分辨率也越来越高^[2],对信息传输的实时性和全天候要求不断提高。特别是在商业航天日益

^① 收稿日期:2018-06-20;修回日期:2018-08-06。

作者简介:党妮(1988—),工程师,研究方向为遥感数据应用研究及信号处理。E-mail: dangni.1988@163.com

盛行的今天,高处理速率、小型化、低成本是遥感卫星市场竞争的关键所在^[3],其对应的地面基带处理系统也在朝着小型化和低成本的方向发展,使得现有的刀片式服务器基带处理系统难以满足需求。考虑到刀片式服务器基带处理系统成本高、性能一般、体积大和不便携带等缺陷,亟需开展基于新硬件平台的地面基带处理系统设计^[4]。

基于此,文章提出一种基于机架式服务器的遥感卫星地面基带处理系统^[5]。该系统采用标准化、模块化和小型化设计,解决了成本高、性能一般、体积大等难题,可满足未来遥感卫星^[6]对地面基带处理的要求。机架式服务器具有如下优点:(1)外观是按照统一的标准来设计的,便于携带、模块化管理和密集部署;(2)采用标准化、模块化设计,易于继承和扩展,产品易于修改和维护,大大节省了人力、物力和财力;(3)外观较小,能够满足小型化的要求;(4)内部通过万兆网络交换,能够满足数据高速率处理的需求。文章从硬件和软件两方面进行对比介绍,仿真分析了两种不同硬件平台下基带处理系统的性能,并对软件优化后的机架式服务器处理系统的解压缩速率进行了分析。分析对比结果表明,机架式服务器处理平台更加具备优势,满足当前地面基带处理的需求。

1 基于刀片式服务器的遥感卫星地面基带处理

刀片式服务器是一种可以在标准高度的机箱内插装多个卡式的服务器单元,每一块刀片都是独立的系统主板,通过“板载”硬盘启动各自的操作系统,独立运行,服务于不同的用户群。在实际使用中,通过系统软件将这些主板集成成一个服务器集群,采用集群计算技术,将所有的刀片相互连接起来,为相同的用户群服务。图1给出了刀片式服务器的外观。

基于刀片式服务器的遥感卫星地面基带处理系统由一组独立的刀片服务器(节点)组成^[7],节点间通过高性能的网络连接,在集群控制服务器调度下协同工作^[8]。该地面基带处理系统专用的高性能存储是由一组磁盘阵列、磁盘控制器组成,以便于将数据实时存储在本地。然而,基于刀片式服务器的地面基带处理系统存在如下缺点:

(1)设计标准不统一。如IBM、HP和DELL的

刀片式服务器不能相互兼容,而且同一厂家不同型号的机箱标准也不同,不利于通用化设计。

(2)CPU增加和内存扩充较为复杂,无法通过外部RAID卡来配备磁盘阵列,难以修改和维护,造成人力、物力和财力的浪费。

(3)设计成本高,盈利空间小。

(4)体积较大,不便于运输和携带。

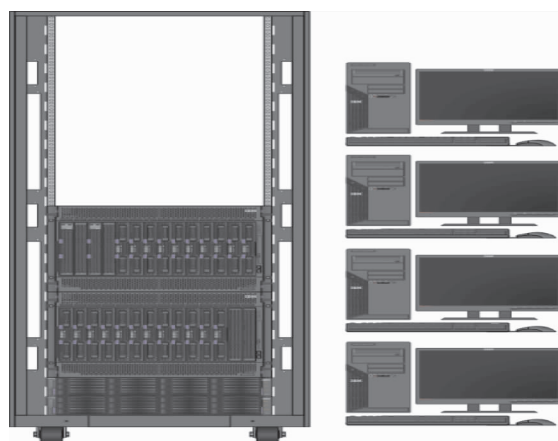


图1 刀片式服务器外观图

Fig. 1 The appearance of the blade server

2 基于机架式服务器的遥感卫星地面基带处理

2.1 系统方案设计

遥感卫星地面基带处理系统由格式解析处理、解压缩处理和数据监控处理3个模块组成,主要对数传分系统接收到的下行数据进行处理,恢复出原始图像数据。其系统方案设计如图2所示,各模块功能具体介绍如下:

(1)格式解析处理模块:该模块基于机架式服务器硬件平台,完成对原始基带数据的格式解析处理。其前后端的数据接收和发送均是通过网络传输的方式来实现,从而完成对数据的判读、实时处理、去除格式信息、虚拟信道分离、有效数据提取等操作,并实时发送给后端解压缩节点。此外,该模块还具备存储功能,可将需要的中间某级数据存储在本地机架服务器,以便分析查看。

(2)解压缩处理模块:该模块在接收到格式解析模块输出的数据后,分别进行帧头检测和解压缩处理,并对处理后的数据进行图像拼接、网络格式打包、信息判读等操作,将最终的网络格式数据发送给后端的数据监控处理模块。此外,该模块也应具备

存储功能,把需要的中间某级数据存储在本地机架服务器,以便后续分析查看。

(3)数据监控处理模块:该模块对解压缩处理模块输出的数据进行帧头检测和信息判读,并将图像数据实时显示在界面。与前两个模块相同,数据监控模块也应具备存储功能,把需要的最终图像数据存储在本地机架服务器,以便后续分析查看。

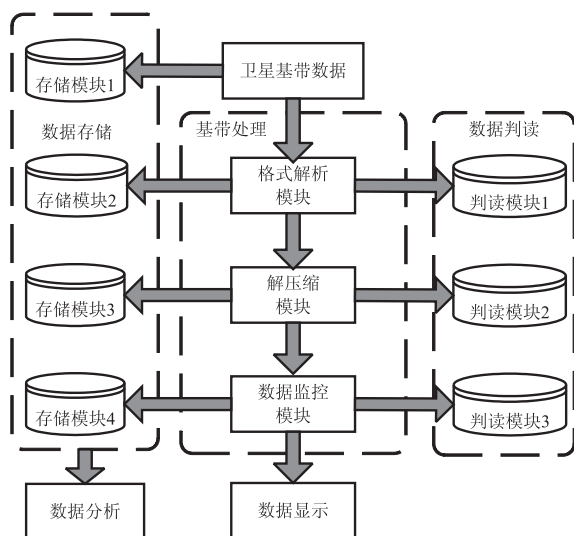


图2 数传基带处理设备的总体方案设计

Fig.2 The overall scheme design of the digital baseband processing equipment

2.2 硬件设计

机架式服务器^[9]配置如表1所示,外观如图3所示。基于机架式服务器的遥感卫星基带处理系统的主要优点如下:

(1)机架式服务器的外观是按照统一的标准来设计的,便于携带、模块化管理和密集部署,可直接封装到工业标准化的机柜产品中。

(2)机架式服务器的硬件平台采用标准化、模块化设计,易于继承和扩展,通过简单的增加CPU和硬盘,就能实现系统性能的大幅提升,使得产品易于修改和维护,大大节省了人力、物力和财力。

(3)该系统的外观较小,类似于交换机的大小,与传统的基于刀片式服务器的数传基带处理系统相比,体积缩小了10倍,易于实现小型化。

(4)该系统内部使用万兆网交换,通过配置多个虚拟网络地址,把各个通道的软件全部部署在机架服务器上,从而满足基带数据高速率处理的需求。

表1 机架式服务器配置表

Table 1 Configuration table of the rack server

分项名	型号规格
机架式服务器	支持2颗10核Intel XeonE5-2690v2处理器
	Intel XeonE5-2690v2处理器,主频3.0GHz
	64GB(8×8GB)Registered DDR3内存
	4块2.5英寸600GB 10K转企业级热插拔SAS硬盘
	单口万兆网卡
	标准2U机架式服务器;Intel C600芯片组;独立8通道512M缓存高性能SAS RAID卡,支持RAID 0、1、5、10、50、6等。



图3 机架式服务器的外观图

Fig.3 The appearance diagram of the rack server

2.3 软件设计

2.3.1 软件设计方案简介

基于机架式服务器的遥感卫星地面基带处理系统的软件设计部分主要包括3个模块:格式解析模块、解压缩模块和数据监控模块。3个模块均运行在机架式服务器的硬件平台上,因此,机架式服务器的性能对这些模块均有影响。针对不同的卫星,其载荷数目、数据传输速率等均有差异,因此,不同的卫星所需的机架式服务器的性能指标也不同。

对于载荷数目较少且数据速率不是很高的情况下,所需的机架式服务器的性能不需要很高,也许一台机架式服务器就可以满足需求;而对于载荷数目较多、数据速率较高的卫星来说,一台机架式服务器也许不能够满足处理需求,那么就需要两台或者多台机架式服务器才能满足需求。

基于机架式服务器的遥感卫星地面基带处理系统中的软件设计方案如下:

(1)把各个通道的软件部署在机架式服务器上,基带处理器内部使用的是万兆网络交换,基于软件模块的内部需求,我们需要在一台机架式服务器上部署多个软件。在服务器能够允许的最大处理性

能前提下,需要配置多个虚拟网络地址,这样就可以在一台机架式服务器上同时处理多个功能处理软件。

(2)通过调整各个功能模块中的缓存分配以及多线程处理机制等优化处理,实现对各个软件进行优化,可以更加高效地处理数据;不仅满足任务需求,而且大大地提高了服务器的使用效率,从而更加符合小型化的设计需求。

基于机架式服务器的遥感卫星地面基带处理系统的方案已经成功应用于多个型号的遥感卫星数传地面检测设备及卫星地面应用系统原始数据处理设备中,并且得到了广大用户的好评。

2.3.2 软件模块设计

软件设计的工作流程模块包括参数设置功能模块、输入输出功能模块、指令解析功能模块、数据处理功能模块、数据判读功能模块、状态上报功能模块和缓存功能模块。软件设计的模块图如图 4 所示, 对各功能模块的解析如下:

(1)参数设置功能模块:具备参数设置的功能,软件接收来自系统管理软件下发的参数配置信息,然后解析该参数配置,并从中获取所需要的有效信息。

(2)输入输出功能模块:具备参数设置的功能,软件通过系统管理软件的特殊模块接口,接收来自上级设备的原始数据,最后将处理后的最终数据发送至后级设备。

(3)指令解析功能模块:具备指令解析的功能,正确解析系统管理软件下发的任务指令信息,从而获取到有效信息。

(4)数据处理功能模块:具备具体的数据处理功能,包括载荷排序功能、虚拟信道分离功能、去格式功能、图像解压缩^[10]功能、相机辅助数据提取与拼接功能等。

(5)数据判读功能模块:具备数据判读的功能,对原始数据的正确性、连续性等进行判读,并把判读的信息写盘到本地,或者发送给监测设备。

(6)状态上报功能模块:具备状态上报的功能,通过系统管理软件提供的接口,对状态信息进行上报。

(7)缓存功能模块:各数据处理设备、软件在任务结束前都会将残余的有效数据全部处理完,并通过特殊的模式推送完成。

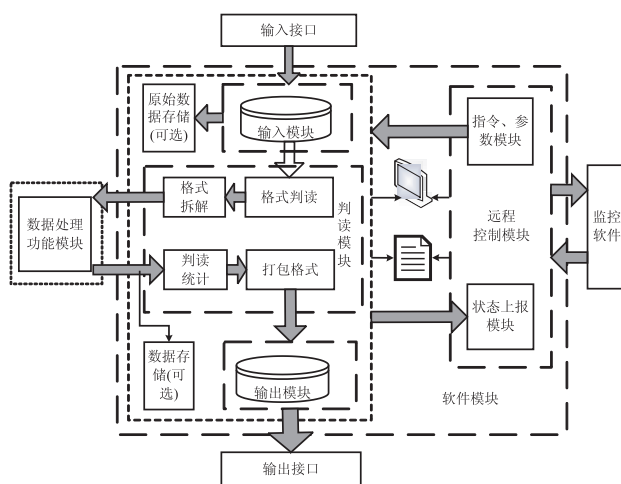


图4 软件设计的模块图

Fig. 4 The module diagram of software design

2.3.3 软件加优设计

在大数据量的数据处理过程中,如何将数据进行实时的软件处理,并发送给后端接收模块,即如何在保证用户要求速率的同时保证数据处理的质量,是本方案设计的又一难点。针对这一难题,本系统增加了一种对软件的加优设计,从而实现数据处理模块能够实时高效地处理数据。该加优设计主要是通过配合网络发送能力,调整该模块中的缓存分配以及多线程处理机制来实现的。主要加优步骤描述如下:

(1)根据数据处理模块属性的不同变化,对发送给后端缓存队列的数据处理模块大小进行相应的实时动态分配。

(2)采用多线程处理机制,对网络接收处理线程、网络发送处理线程和网络存储线程进行分别设计。网络接收处理线程完成数据处理模块的网络数据接收功能;网络发送处理线程完成数据处理模块的网络数据发送功能;网络存储线程完成数据处理模块的数据存储功能。

(3)采用并行处理机制,对多个数据模块采用并行处理线程组的模式,这种模式成为提高数据处理实时效率的主要途径。

3 仿真分析

3.1 机架式服务器与刀片式服务器的性能对比

我们使用真实的卫星数据,以 1000 幅 1536×3072 像素的真实卫星图像^[11]作为测试数据。该测

试数据大小均为 300MB,压缩算法均相同,采用相同的
功能处理软件,分别对传统的刀片式服务器和本
文提出的机架式服务器进行测试,且二者的操作系
统均为 Windows 操作系统。具体实施过程为:在刀
片式服务器处理平台和机架式服务器处理平台上,
分别对上述基带数据进行测试,根据不同的测试数
据编号和压缩比,统计处理每组数据所消耗的时间,
统计结果如表 2 所示。可以看出,本文提出的机架
式服务器平台所消耗的时间小,处理速度快,且性能
好。同时,从图 5 所示的对比折线可以看出,机架式
服务器平台的处理速度优于刀片式服务器。

表 2 机架式服务器与刀片式服务器的性能测试比较
Table 2 The performance comparison between rack
server and blade server

测试平台种类	机架式服务器	刀片式服务器
硬件配置	主频:3.0GHz; 2 处理器 16 核;内存:64G	主频:2.93GHz; 2 处理器 24 核;内存:24G
数据编号_压缩比	时间(s)	时间(s)
074_4:1 压缩	5.772	7.098
074_无损	6.115	9.236
096_4:1 压缩	4.711	6.677
096_无损	6.006	7.910
193_4:1 压缩	5.726	7.676
274_4:1 压缩	5.600	7.815

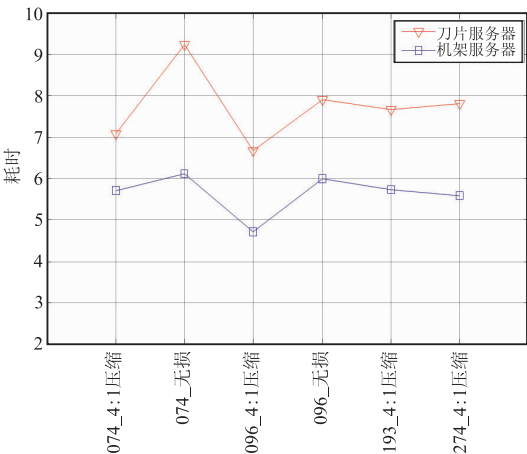


图 5 机架式服务器与刀片式服务器
性能测试比较框图

Fig. 5 The comparison diagram of performance test
between rack server and blade server

3.2 基于机架式服务器的系统软件加优后的性能
测试

硬件环境:高性能机架式服务器。
原始文件名:out0.jp2 大小 256kB(5 倍压缩),
10bit 量化,数据处理后数据 1024K 像素。循环执行
100 次。

软件加优说明:对数据处理软件(包括格式解析
模块、解压缩模块和数据监控模块)进行了加优,是
通过配合网络发送能力调整该模块中的缓存分配以
及多线程处理机制来实现的。以下性能测试是基于
加优过的解压缩模块进行的测试。

解压输出码速率 = $10 \times 1024 \times 1024 / (T/100)$
(Mbit/s)

测试结果如表 3 所示。

表 3 数据处理模块处理能力测试结果
Table 3 The results of processing capability of data
processing module

次数	运行时间(s)	处理速度(Mbit/s)
1	1.17	930
2	1.19	920
3	1.15	941
4	1.11	963
5	1.15	941
均值	1.154	930

通过测试结果得出,在高性能机架式服务器的
硬件平台上,数据处理软件可以完成实时高效处理。

4 结论

本文设计开发的基于机架式服务器的遥感卫星
地面基带数据处理系统设备,解决了卫星处理的高
速率、小型化、低成本、研制周期短、便于携带等
问题,符合当前商业卫星的快速响应发展理念。尤
其是小型化的设计,满足未来遥感卫星对地面基
带处理的要求。与传统的刀片式服务器处理平台
相比,并通过仿真对比得出,基于机架式服务器
的处理系统具备如下突出的特点:(1)外观是按
照统一的标准来设计的,便于携带、模块化管理
和密集部署;(2)写盘速率高;(3)内部通过万兆
网络交换,能够满足数据高速率处理的需求;(4)
能够满足小型化的设计要求。这些特点表明,基
于机架式服务器的

处理系统能够满足目前卫星数传高速率、小型化的数据处理功能,不仅能够保证对卫星数据进行实时性的处理要求,而且能够保证数据高质量、高精确性的要求,具有很好的发展应用前景。

参考文献:

- [1] 周宇昌,李小军,周詮. 空间高速数据传输技术新进展[J]. 空间电子技术,2009,(3):43-47.
- [2] 陈世平. 高分辨率卫星遥感数据传输技术发展的若干问题[J]. 空间电子技术,2003,(3):1-5.
- [3] 黄普明,陈泓,陈世平. 数据处理与传输系统的现状和发展趋势[J]. 空间电子技术,2003,(4):4-8.
- [4] 张勇. 刀片服务器与机架式服务器的比较分析[J]. 中国教育信息化,高教职教,2009,(5):78-79.
- [5] 党妮,汤昊,靳一,等. 基于机架式服务器的遥感卫星地面基带数据处理系统[P]. 中国,201711422769. 2, 2017-12-25.
- [6] Xiu Jiapeng, Xu Xiaobo, Yang Zhengqiu. Ontology-based Production Model of Satellite Remote Sensing Data Parameter Products[C]. 2012 2nd IEEE International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems, 杭州,2012:1381-1384.
- [7] 何芳,单庆晓,杨柳,等. 基于刀片式服务器的遥感数传基带处理系统设计[J]. 计算机测量与控制,2011,19(3):668-669.
- [8] 刘向秋. 试论刀片服务器与机架服务器优势对比[J]. 华章,2010,21:170-171.
- [9] Li Han, Yu Tang. Server Rack Assembly[P]. 中国, US201213486127,2013-02-14.
- [10] Lei Ning, Wang Kun, Li Tao. Research on Real-time Remote Sensing Image Sensor Image Compression Based on ADV212[C]. The 30th Asian Conference Remote Sensing, 北京,2009. 01. 01.
- [11] Ma Yi, Zhang Jie, An Ni. Spectral Fidelity Analysis of Compressed Sensing Reconstruction Hyperspectral Remote Sensing Image Based on Wavelet Transformation [C]. Spectral Fidelity Analysis of Compressed Sensing Reconstruction Hyperspectral Remote Sensing Image Based on Wavelet Transformation, 长沙,2014:138-148.