

服务器监控技术综述及展望

王慧强 戴秀豪 吕宏武 林俊宇

(哈尔滨工程大学 哈尔滨 150001)

摘要 随着服务器在各个领域的广泛应用以及服务器规模的不断扩大,服务器监控技术对保障服务器长期有效地工作起着关键性作用。首先对服务器监控的需求进行了阐述;其次对心跳机制、智能平台管理接口(Intelligent Platform Management Interface, IPMI)、简单网络管理协议(Simple Network Management Protocol, SNMP)及虚拟化技术等关键技术进行了归纳和总结,在此基础上描述了国内外主流的监控产品,如 IBM Tivoli、HP OpenView 等,并对其功能进行了对比和分析;最后对监控技术的发展前景进行了展望,针对现有服务器对高可用性的需求,提出了一种面向高可用服务器的监控框架。

关键词 服务器监控,心跳机制,智能平台管理接口,简单网络管理协议,高可用性

中图分类号 TP311 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2016.8.001

Review and Prospect of Server Monitoring Technology

WANG Hui-qiang DAI Xiu-hao LV Hong-wu LIN Jun-yu

(Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract With the extensive application of server in various fields and the scale of server being much huger, server monitoring technology plays a key role in ensuring long-term and effective working of server. This paper began with analyzing the requirement of server monitoring, and then summarized the related monitoring technology, including heartbeat mechanism, IPMI, SNMP and virtualization technology etc. Besides, this paper described domestic and international mainstream server monitoring products, such as IBM Tivoli, HP OpenView, then contrasted and analyzed their functions. At last, this paper predicted the development of server monitoring technology, and presented a monitoring framework for high availability server.

Keywords Server monitoring, Heartbeat mechanism, IPMI, SNMP, High availability

1 引言

服务器是一种高性能计算机。作为网络节点,其存储、处理网络上 80% 的数据和信息,是网络中不可或缺的一个组成部分。服务器具有高吞吐能力、高性能、高可靠性和大内存容量等特点,并具有强大的网络功能,是以网络为中心的现代计算环境的关键设备。无论是运行执行关键任务的应用程序,还是运行诸如电子邮件、打印和数据库服务等核心 IT 服务,服务器的可用性和性能都是决定这些业务能否顺利运行的重要因素。随着网络技术的不断发展,作为网络核心的服务器的重要性日显突出,它的应用将变得越来越广泛,在整个信息高速公路的基础结构中起着举足轻重的作用。

作为各种应用系统中的关键设备,服务器必须具备良好的性能,符合业界权威的 RASUM 标准,即具备良好的可靠性(Reliability)、可用性(Availability)、可扩展性(Scalability)、易用性(Usability)和可管理性(Manageability)。其中服务器的可管理性为服务器的可靠性、可用性、可扩展性和易用性提供了最大程度的扩展。

如何有效地管理服务器的重要性已经被越来越多的企业

所认识,所以服务器管理软件的需求将会越来越大,一个优秀的服务器监控系统必将能使服务器的稳定性和安全性提升一个台阶。

2 服务器监控系统的现实需求

随着信息技术的发展,人们的生活已经逐渐信息化,服务器在其中起到了至关重要的作用,因此怎样迅速有效地解决系统中可能出现的问题及保障服务器系统的可用性变得十分重要。但是,随着网络规模的不断扩大,服务器的规模也变得越来越庞大,传统服务器监控管理方式已经被淘汰,管理人员不可能总是亲临现场完成服务器的各项监控。

此时服务器监控系统就变得十分重要,系统能够对服务器进行远程的监视和控制,能够实时反映服务器的工作状态,方便系统管理人员对服务器的管理。服务器监控系统不但能够监控网络状态,包括发现整个网络中的所有节点,判断网络节点的在线状态,判断网络的通断,监测网络节点的操作系统、IP 地址、主机名、网络流量大小等信息,还能监控被管服务器的静态信息,包括 CPU、内存、硬盘、光驱、网卡、显卡、操作系统、RAID 卡、PCI 附加卡等信息;监控被管服务器的动态

到稿日期:2015-07-16 返修日期:2015-12-02 本文受国家自然科学基金(61370212, 61402127),博士点基金优先发展领域项目(20122304130002),黑龙江省自然科学基金项目(ZD2011102, F2015029),中央高校基本科研业务费专项资金项目(HEUCF100601)资助。

王慧强(1960—),男,教授,博士生导师,CCF 高级会员,主要研究方向为云计算、信息安全、自律计算与可信计算、认知网络;戴秀豪(1990—),男,硕士生,主要研究方向为计算机网络、信息安全和服务器监控, E-mail: 360933059@qq.com;吕宏武(1983—),男,博士,讲师,主要研究方向为云计算及可用性评测;林俊宇(1981—),男,博士,讲师,CCF 会员,主要研究方向为自律计算、未来网络、QoS。

信息,包括主板、CPU、风扇板等组件的温度、电压、风扇转速、CPU利用率、内存利用率、硬盘输入/输出访问流量等系统资源信息。一个好的服务器监控系统还应该具有告警功能,在上述被监控项出现超越门限等异常时,监控系统能通过多种方式(消息框、邮件、高静音、短信等)进行告警,同时将告警事件记录到日志或数据库,以方便管理员根据告警日志分析、诊断服务器故障。在大量分散服务器中管理的环境下,这种监控系统的优势尤其明显。

3 服务器监控相关技术介绍

常见的监控方法包括 EMP 技术、心跳机制^[1]、SNMP^[2]和 IPMI^[3]等。EMP 即应急管理端口,该接口存在于服务器主板,用来实现远程管理服务器;通过 EMP Console 控制界面可以实现远程服务器的电源控制、服务器重启复位以及主板 BIOS 和 CMOS 的参数设定等。除了上述基本的监控技术,由于近几年虚拟化技术在服务器端的普及,虚拟化技术在服务器监控技术中也得到了广泛应用。

3.1 心跳机制(Heartbeat)

心跳机制多用于高可用系统中的系统级故障的检测,通过网络或者专用链路来相互定时传送心跳信号^[4]。每个节点监测是否有来自其他节点的心跳信号,如果监测到心跳信号出现异常或者超时,就可以根据该心跳信号的来源进行故障定位,然后进行相应的故障恢复,从而保证系统能及时恢复正常的工作状态。心跳技术中,心跳信息发送的周期对系统的监测性能影响较大,如果周期过短,虽然能够迅速地监测出系统故障,但是由此带来的系统开销也过大;如果周期过长,则不能及时监测到系统故障^[5]。

心跳机制的实现流程^[6]如图 1 所示。

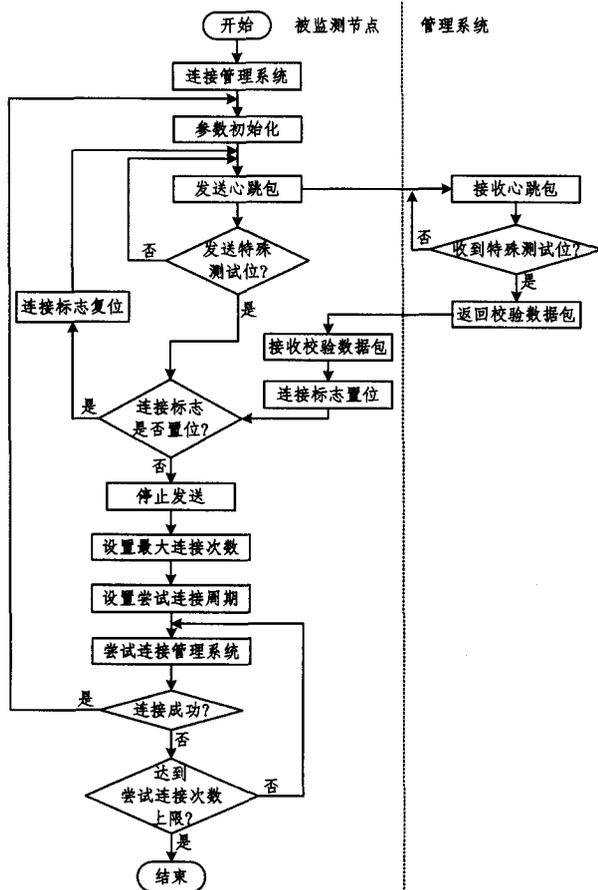


图 1 心跳机制流程图

首先被监测节点尝试与管理系统建立连接,并且开始周期性地发送心跳包。一旦被监测节点向管理系统发送一个带有特殊测试位的心跳包,管理系统接收其中的特殊测试位,并向被监测节点返回一个校验数据包。若被监测节点收到此校验数据包,则连接正常,继续周期性发送心跳包。否则,连接出现问题,被监测节点关闭连接,并且尝试重新连接管理系统。如果在制定的连接次数内连接成功,则继续进行数据通信;否则,中断连接并提示管理员相应节点出现连接故障。

3.2 SNMP

简单网络管理协议(SNMP)是目前在计算机网络中使用最广泛的网络管理协议,由管理者(Manager)、被管代理(Agent)和管理信息库(MIB)3部分组成^[7]。SNMP 把管理程序的服务调用变成对应 SNMP 的协议数据单元 PDU(Protocol Data Unit),并利用 UDP 数据报发送出去。SNMP 管理模型存在一些缺陷,会给系统带来不易集成、负载过大、可扩展性差等问题。

SNMP 由 MIB, SMI 和 SNMP 协议组成。管理信息库 MIB(Management Information Base)是所有可以由 SNMP 管理的对象的集合。所有被管理的对象都存储在一个树形结构中,每个对象由对象识别符 OID^[8](Object Identifier)唯一指定,通过遍历 MIB 树形目录中的节点,SNMP 协议可以访问网络中的设备。管理信息结构 SMI(Structure of Management Information)详细描述了 MIB 的基本框架以及在协议上传输的编码规则^[9]。SNMP 协议定义了 SNMP 数据包的格式、封装和传输细节。SNMP 的协议结构如图 2 所示,从图中可以看出 SNMP 拥有 Get-Request, Get-Next-Request, Set-Request, Get-Response, Trap 5 种基本操作,对应也有 5 种基本 PDU^[10]。

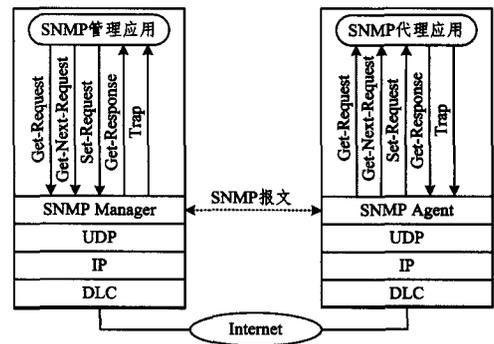


图 2 SNMP 的协议结构

基于 SNMP 的监控系统框架如图 3 所示,包括服务器工作站设备、网络设备和管理工作站 3 大部分。基于 SNMP 的监控系统的基本流程为:首先采集被监管设备的硬件信息(如 CPU、内存、硬盘灯)和操作系统信息(如进程信息、软件运行状态等)。然后分析和处理采集的数据,并通过界面显示被监管系统的状态。如果有设备出现异常故障,代理会主动发送 Trap 故障报文,管理进程接收代理进程的故障信息,根据故障内容发出报警,同时还可以发送指令(如关机、重启、关闭和启动进程等)给被监控设备。最后需要用数据库记录每次的数据采集的信息以及故障信息,以方便管理人员查看和分析。

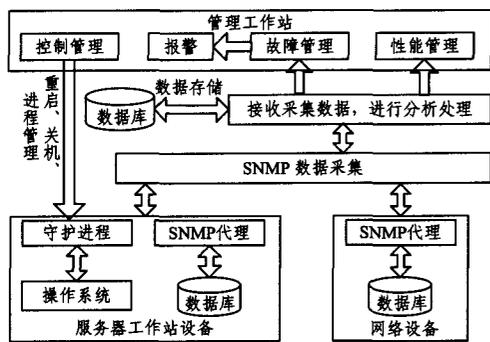


图3 基于SNMP的监控系统框架

3.3 IPMI

智能平台管理接口 (IPMI) 是一项应用于服务器管理系统设计标准, 由 Intel, HP, Dell 和 NEC 等公司于 1998 年共同提出。IPMI 通过特定的硬件和固件实现对平台的自动检测和恢复, 提供独立于 CPU、BIOS 和操作系统的检测、事件日志及恢复功能^[11]。IPMI 定义了服务器平台内的 IPMI 设备之间的通信协议以及系统管理软件和服务器平台之间的通信协议。作为一个硬件级的接口, IPMI 处于系统管理软件的底端, 如图 4 所示。

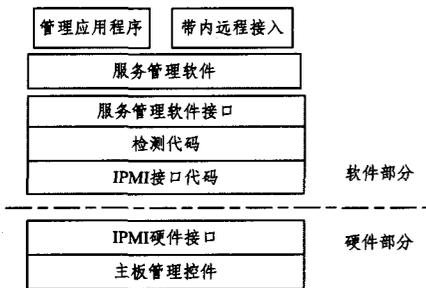


图4 IPMI及相关管理软件的结构

IPMI 的工作原理: IPMI 的核心是基板管理控制器 (BMC), 也称服务器处理器, 是一个专用的芯片/控制器。BMC 是一个独立模块, 不依赖操作系统、BIOS 或者服务器的处理器来工作, 它是安装在服务器主板上的一个独立板卡, 单独运行于系统内且无代理管理, 只要有 IPMI 固件和 BMC 就

可以工作。正因为 IPMI 有着良好的自治特性, 使得它能独立于操作系统运行, 在操作系统不响应或服务器电源关闭时, 管理人员仍可以进行开关机、提取信息等操作, 摆脱了操作系统管理方式所受的限制^[12]。由于 IPMI 独立于操作系统运行, 因此在操作系统不响应或服务器电源关闭时, 管理人员仍可以访问和恢复系统。

IPMI 使用其规范中规定的指令向 BMC 发送命令来完成所有 IPMI 功能, BMC 接收命令后, 将时间消息记录在系统事件日志中, 它也负责描述系统中传感器的情况并记录传感器的数据。IPMI2.0 新加入的 LAN 上串行特性 (Serial Over LAN SOL) 为远程访问系统提供了便利, 在 IPMI 会话过程中, SOL 可以改变本地串口的传送方向, 从而提供对紧急管理服务、Windows 专用管理控制台或 Linux 串行控制台的访问控制。BMC 通过在 LAN 上改变传给串行端口信息的方向, 可以用于查看服务器启动状态, 提供了一种紧急管理控制台来诊断和维修故障的标准方式。这个过程都是由 IPMI 固件截取数据, 从而无需考虑服务器供应商。IPMI 的整体框架如图 5 所示。

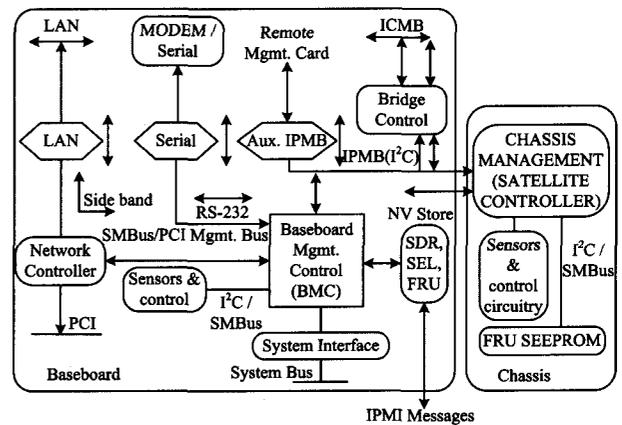


图5 IPMI整体框架

其中 ICMB 指具有 IPMI 功能 (跨平台管理) 的外部管理总线。I²C/IPMB 负责与外部控制单位通信, 利用 I²C 传感器可以实现系统监测功能。BMC 各个接口的功能如表 1 所列。

表1 BMC接口功能

接口	功能
ICMB	在 IPMB(Intelligent Platform Management Bus) 总线上, 连接着 ICMB(Intelligent Chassis Management Bus), 通过 ICMB 可与远端的另一个管理平台通信。
I ² C/IPMB	I ² C/IPMB 负责与外部控制单位通信, 利用 I ² C 传感器可以实现系统监测功能, 如系统温度、电压、风扇转速等。IPMB 总线上连接各种 I ² C 元件, 使得系统管理软件能够通过 IPMB 来读取传感器数据。这些传感器的具体配置信息 (例如警告限制、触发事件是否允许等) 都保存在一组 SDR(Sensor Data Record) 的数据记录中。传感器产生的警告时间保存在一组 SEL(Sensor Event Log) 的数据日志中。
Modem/Serial	Modem/Serial 用来连接控制端与被监控端, 使系统管理人员可以直接通过网络或者局域网接收 IPMI 信息。
SMBus	通过 BMC 上 SMBus(Systems Management Bus) 连接网络, 系统管理人员能够使用 Side-of-band 的方式实现对远端服务器的管理。
LAN	经由 RMCP(Remote Management Control Protocol) 封装格式, BMC 可由 LAN 的接口让系统管理人员接收和发送 IPMI 消息。
RS-232	RS-232 连接调制解调器 (Modem), 系统管理人员可以通过网络获取传感器数据记录 (SDR) 和系统事件日志 (SEL)。

3.4 虚拟化技术

在最近十几年, 随着虚拟化技术的蓬勃发展, 许多大型互联网企业利用虚拟化技术, 结合自身技术积累, 将基础设施和运维技术封装为平台服务提供给外部用户使用, 这间接说明虚拟化技术在服务器运维上有着独特优势。以下内容简单介绍虚拟化技术在服务器监控技术中的重要性。

虚拟化技术可以节省在购买昂贵服务器上的预算, 减轻系统管理员对物理服务器、操作系统、中间件等运维的繁重工作, 大大降低企业运营成本。相关技术人员只需要通过简单的参数配置, 就可以申请虚拟机, 并且通过简单的命令就能完成一个系统的部署, 这对大型服务器的搭建有着十分巨大的优势。随着服务器虚拟化技术的日益发展并且被应用到越来越

越多的领域,如何提高虚拟化环境的可用性及保证服务质量就变得尤为重要。这就要求服务器监控技术能够跟随时代的进步,结合虚拟化技术,不再仅仅是保证服务器能够正常提供服务,而是要确保最大化地利用物理资源以发挥其最大的经济效能。在服务器虚拟化中,服务器监控技术重点监控以下3种虚拟化资源^[13]。

(1)虚拟CPU。CPU虚拟化技术将物理CPU抽象成虚拟CPU,每个客户操作系统可以申请使用一个或者多个虚拟CPU,而每个虚拟CPU之间相互隔离,所以就导致虚拟机不能直接获取物理CPU的资源。因此只能通过虚拟机监控,分别获取每个虚拟机的CPU使用情况,结合CPU映射关系,计算出物理CPU的使用情况。

(2)虚拟内存。内存虚拟化技术将物理内存切割成多个虚拟内存并将其提供给各个虚拟机使用,每个虚拟机间的内存空间相互隔离。这使得每个虚拟机间不知道彼此的内存使用情况,服务器监控系统需要监控每个虚拟机的内存使用情况,及时对出现故障的内存进行隔离。

(3)虚拟设备与虚拟I/O。设备与I/O虚拟化把实际的各个物理设备和I/O虚拟化分给各个虚拟机使用,接收各个虚拟机的请求和调用。目前主流的设备与I/O都是通过软件实现虚拟化。虚拟机监控系统需要对每个虚拟化设备和I/O分别监控。

随着虚拟化技术在各大IT行业的应用,虚拟机监控技术也在不断发展,出现了许多新兴的监控技术,如Ganglia和Nagios技术。Ganglia是一个开源集群监控项目,用于测量数以千计的节点,主要通过曲线的方式展示各个节点的工作状态,如CPU负载、内存占用率、硬盘占用率、I/O负载、网络流量等。Nagios是一款开源的免费网络监控工具,能有效地监控Windows、Linux和Unix的主机状态、交换机路由器等网络设备以及打印机的工作状态。

4 主流服务器监控产品

服务器管理技术在国外起步比较早,国外许多服务器厂商已经相应地提出了针对其服务器的管理软件或者管理平台,比如HP公司、IBM公司等;他们的服务器和服务器控制技术都已经相对成熟。相比而言,国内的服务器管理软件则处于发展阶段,许多企业和大学也逐渐认识到了服务器管理的重要性,开始着手对服务器管理进行更进一步的研究。

国际上比较主流的监控产品有IBM的Tivoli^[14]、HP公司的OpenView^[15]、CA Unicenter NSM、AT-SNMPc等。

(1)IBM Tivoli

IBM Tivoli Monitoring旨在前瞻性地监控重要系统资源,监测瓶颈和潜在问题,并及时作出响应。Tivoli Monitoring能在动态、高度分布式环境中,确保用户连续、可预测、可靠地访问计算资源。Tivoli Monitoring实现了对远程系统的高效、稳定和集中的控制,并且进行主动管理,在故障发生前就加以处理。IBM Tivoli Monitoring还可以在整个网络环境中自动执行预定义的故障预防和修正操作,并且能够设置相应触发器,根据不同的工作情况作出响应。通过流线化的安装和实现,以及具有自监控功能的轻量级代理规则,其能更迅速地部署^[16]。Tivoli Monitoring同时也通过Proactive Analysis Components(PAC)提供了其他自动化最佳实践的基

础,用来管理关键业务应用的硬件和软件,包括中间件、应用程序和数据库,提供了真正的端到端的解决方案。

(2)HP OpenView

HP OpenView是较早出现的网络管理系统,该系统的主要功能包括自动发现网络地图、进行性能和吞吐量分析、故障报警、历史数据分析等。HP OpenView的主要模块——网络节点管理器(Network Node Manager,NNM)可以用于分布式管理系统,系统分为采集域和管理域。采集域中NNM进行节点发现和检测,然后把所收集的信息向上发送给管理域,由管理域实现整个网络的管理^[17]。HP OpenView是一个开放的分布式体系结构,该结构基于TCP/IP标准并全面支持TCP/IP网络。HP OpenView集成了trouble-ticket^[18]系统,可以对重要事件进行跟踪和报告。HP OpenView从IT技术的角度监控、管理IT基础架构,提供自动处理功能和集成化管理,简化IT管理复杂度,并为服务管理提供IT支持。

(3)CA Unicenter NSM

CA Unicenter NSM(Network & Systems Management)对整个系统架构的状态、事件和配置信息进行监控,实现各种标准网络协议的集成管理,为关键服务提供有效的综合管理^[19];帮助管理人员监控和维护所有的IT资源。Unicenter NSM可以在IT环境中自动发现被管理对象,并将它们按照对应关系建立系统管理模型。Unicenter NSM还可以提供二维视图、三维视图和资源管理图,能在一定程度上真实地反映IT环境,帮助用户从各个方面、各个层次管理系统。

(4)AT-SNMPc

AT-SNMPc是一个安全的分布式通用网络管理系统平台,它能够直观显示和监控网络,能有效地监控整个网络的基础架构,支持SNMPv3。AT-SNMPc具有主备冗余服务器功能,即有一个主SNMPc服务器和一个备份SNMPc服务器,在主服务器不能正常工作时,由备份服务器继续监控网络。该功能成为灾难性恢复的重要组成部分,确保了不间断的网络监控和管理。AT-SNMPc还具有智能事件处理技术,提供了智能的操作过滤器管理与事件查看组合。AT-SNMPc可以自动地将映射拓扑、趋势统计和事件日志输出到标准的数据库,生成网络趋势报告。此外,AT-SNMPc还具有前瞻性监控和告警技术、伸缩性的分布式结构、完善的路由器、交换机、服务器的管理功能等。

上述监控产品大都采用了开放系统和自动化技术,利用优质、可伸缩和可靠的系统管理解决方案,能够对系统进行有效的监控。上述系统的功能固然强大,不过也具有系统庞大、实施复杂和周期长等弊端。

国内的主流监控产品包括以下几种。

(1)SUM服务器集中监控与管理软件

支持跨平台监控,如Windows,Unix,Sorlaris等主流平台的性能和应用监控;并且提供多级别、多形式的报警策略,如短信、声音、邮件等实时报警方式。除了提供IT系统(服务器、网络设备等)的基础监控外,还为基础设施上的数据库、应用系统、进程等提供全面的监控,并且还拥有强大的报表功能。

(2)CreCloud云网管

支持多种视图,并支持实时报表和趋势报表等多种报表。同时支持负载均衡、双机热备、动态扩展容灾备份、热插拔等

功能。提供了全面的数据采集方式,比如代理、SNMP 等。

(3) 飞思网巡

该系统使用 Ping 技术实现对网络线路的监控;使用 SNMP 协议实现对路由器、交换机等网络设备的监控;主要通过 SNMP 来获取服务器的负载率、内存使用量、Service 服务、进程、接口流量等性能参数。通过 IPMI 协议类型监测器的支持,在不依赖操作系统的情况下,能实现对服务器硬件运行状态的监控。

(4) 其他监控产品

国内其他监控产品,如浪潮和曙光的监控产品,大多是针对自身的服务器所开发,实现的功能较为简单,大部分只涉及到服务器一些性能的监测和端口的监测,并没有太多特色。国内针对 PC 的 Windows 平台,奇虎 360 公司的鲁大师软件对系统硬件信息和状态的监测比较完善。

表 2 国内外监控产品对比

	监控产品	性能监测	报表功能	网络拓扑	前瞻性监测	故障修复
国外	Tivoli	√	√	√	√	√
	OpenView	√	√	√	×	×
	Unicenter	√	√	√	√	×
	AT-SNMPc	√	√	×	√	√
国内	SUM	√	√	×	×	×
	CreCloud	√	√	×	×	×
	飞思网巡	√	×	×	×	×

由于国内服务器监控技术起步比较晚,相比国外服务器监控系统,国内还很少涉及到带内和带外结合监控的产品,国内的服务器监控系统目前主要还是针对服务器性能的监测,更多的是提供 IT 系统的基础监控、数据库监控、进程监控以及各项网络服务的监控,故障的预测和恢复方面还没有深入的研究。如表 2 所列,国内的监控产品更加注重对各项性能的全面监控,没有更深层次的数据分析;国外的监控产品则比较成熟,不但有全面的性能监测,更具有一定的数据分析能力,能够进行故障的预测,部分监控产品还具有一定的故障修复能力。

随着虚拟化技术在服务器上的广泛应用,针对虚拟机的监控产品也随之产生,如 Amazon 提供的 CloudWatch 工具,其可以按时收集数据,监控 Amazon 的服务状态,包括 EBS Volumes 读写速度、请求数和时延等。Cloud Status 是一款完全针对服务器的开源监控工具,它能够从性能和状态的角度监控目前流行的云服务,监控的数据包括服务的可用性、响应时间、延迟和吞吐量信息等;Cloud Status 不但能够实时报告服务的状态,也会定期根据历史记录生成统计信息,并且允许用户根据自己的需求扩展监控内容。

5 服务器监控的发展展望

现今国内外大多数的服务器监控方法停留在纯软件的方式,有些研究侧重远程的通信^[2,5],有些侧重 I/O 等性能的监测和分析^[20],还有一些侧重监控效能^[21]。针对服务器的监控方法,国外比较成熟的是 IPMI 技术,其既有带内监控,也有带外监控,并且两个方面还能相互结合。随着服务器在日常生活和军事领域的运用,服务器的规模不断扩大,如何高效地监测并管理服务器变得十分重要。

监控技术在不断完善和发展,对服务器的性能和状态的监测技术将变得更加精确和稳定。服务器监控技术研究的重

心将落在服务器管理控制技术,其中故障预测与故障恢复技术必将成为服务器监控技术的研究重点。未来服务器监控技术所面临的挑战不再是如何去监测几项服务器的参数,而是怎样在监测数据的基础上进行分析、预测,做到先发制人,在故障发生前进行预测和定位;并且能够及时修复故障,避免故障传播导致的系统崩溃。为了满足今后服务器的管理需求,未来的监控系统应该具有如下特点:

(1) 高可靠性:通过带内、带外相结合及互相监控的方式,提高监控系统的可靠性;

(2) 扩展性强:现今服务器的发展突飞猛进,较强的扩展性是增加系统功能、适应服务器规模变化和满足各类系统需求的必要条件;

(3) 实时性强:监控系统的实时性是至关重要的,如果失去了良好的实时性,监控系统也就失去了意义;

(4) 高智能性:高智能性是未来服务器监控产品的关键特性,故障预测与故障恢复是确保服务器高效工作的重要保障。

结合上述特点,未来的服务器监控的发展离不开虚拟化技术,通过结合虚拟化技术,实现服务器或者服务器集群的负载均衡,从而提高服务器的可用性和稳定性^[22];虚拟化技术能够提高系统的可扩展性,使得服务器能够运行不同的服务进程甚至不同的操作系统服务,并且保证不同虚拟机中的服务相互隔离,提高服务器的安全性和容错能力^[23];随着监控技术的发展,未来的服务器监控系统在监控服务器性能的基础上,需要融入更多的控制技术,通过动态调整服务器的资源配置来提升服务器的运行性能,甚至能进行一些简单的故障处理,降低服务器维护人员的维护难度。

6 一种面向高可用服务器的监控框架

针对以上的服务器监控的特点,并基于相关的监控技术文献,该文提出了一种服务器监控框架。该监控框架主要针对需要长时间连续工作的服务器,或者关键任务计算机,即确保关键任务服务持续可用。该框架以数据管理模块为中心,包括数据采集模块、数据分析模块、报警模块以及显示模块。监控框架如图 6 所示。

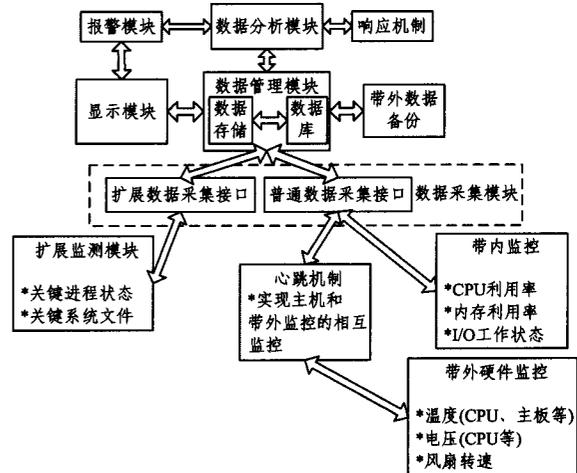


图 6 服务器监控框架

数据采集模块是监控框架的基础,负责采集服务器的相关性能指标,以此反应系统运行的状态。数据采集模块分为普通数据采集和扩展数据采集。

(1) 普通数据是指系统的基础性能参数,通过采用带内带

外相结合的监控模式,监测服务器的 CPU 利用率、内存利用率、CPU 温度和电压等,对服务器进行实时监控;并通过心跳机制实现带内带外的相互监督,不论因带内还是带外发生意外宕机而不能工作,都能及时发出报警通知管理人员,使得监控系统具有高可靠性。

(2)扩展数据是指关键进程状态以及关键系统文件等系统中的具体项,这些数据反映的是系统中具体的某一关键进程(或服务)是否正常工作,以及关键系统文件是否被非法篡改。扩展数据采集的引入,不但使监控系统能掌握服务器运行状态中细节部分的状态信息,还能增强系统的可扩展性,根据不同的需求扩展不同进程和文件的状态监控。

数据管理模块是框架的核心,负责将采集的数据存储到数据库,通过显示模块对所监控系统的性能参数进行实时显示,并为数据分析模块提供数据基础。为了提高监控系统对突发性攻击或故障的应对策略,增加了带外数据备份,用于对关键数据进行备份,目的是在发生灾难性故障或恶性攻击后,能够根据带外数据备份中的关键数据还原机器崩溃前的系统状态,提升监控系统的可用性。

数据分析模块是确保系统长时间连续工作的关键。监控系统一方面实时显示服务器的即时状态,由数据分析模块对监测的数值不在阈值范围内的硬件或工作状态异常的进程(或服务)给予标记,并向管理人员发出警报。另一方面,数据分析模块利用数据存储模块中的大量历史数据,进行故障预测或系统性能趋势预测,在服务器达到性能瓶颈前进行相应处理,尽可能地减少损失。根据分析结果,调用相关响应机制如微重启^[24]、双机热备份^[25]等进行故障恢复操作,这使得监控系统能够根据服务器的不同工作状态,自发地作出不同的响应,体现了监控系统的高智能性。

报警模块负责在监控系统监测或预测到故障时,及时通过 e-mail、短信、电话等^[26]方式进行报警,通知管理人员进行及时维护。显示模块负责将采集到数据进行显示,并提供相关图表支持。

结束语 随着服务器监控技术的不断发展,现阶段的监控系统已经能够较好地实现对服务器各项性能的监测。故障预测和故障恢复将成为未来监控系统的核心技术,国外的部分监控产品已经具有一定的故障预测能力。未来服务器监控系统应该更加注重可靠性和智能化,利用监测到的数据预测服务器未来的运行状态,尽可能地减少因为服务器意外宕机所导致的损失,提升服务器的稳定性。最后根据上述特性,针对未来服务器监控的发展趋势,阐述了未来服务器监控系统应该具备的特点,并提出了一种面向高可用服务器的监控框架。

参 考 文 献

- [1] Li F, Yu X, Wu G. Design and implementation of high availability distributed system based on multi-level heartbeat protocol[C]// IITA International Conference on Control, Automation and Systems Engineering, 2009(CASE 2009). IEEE, 2009: 83-87
- [2] Shi Hong-bo. Research and Implementation of Key technology in Web Network Management System Based on SNMP[D]. Nanjing: Nanjing University of Posts and Telecommunications, 2011 (in Chinese)
师鸿博. 基于 SNMP 协议的 Web 监控系统[D]. 南京: 南京邮电大学, 2011
- [3] Li Na. Design and Implementation of a server management system based on IPMI[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2009 (in Chinese)
李娜. 基于 IPMI 技术的服务器管理系统的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2009
- [4] Wang Z, Li X. A new real-time heartbeat failure detector[C]// 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008 (WiCOM'08). IEEE, 2008: 1-3
- [5] Liang Jiao. Research and design of fault diagnosis method for high-performance server[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2011 (in Chinese)
梁佼. 高性能服务器故障诊断方法的研究与设计[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2011
- [6] Hu Zhi-kun, He Duo-chang, Gui Wei-hua. Remote monitoring system of rectifier based on improved heartbeat mechanism[J]. Computer Applications, 2008, 28(2): 363-366 (in Chinese)
胡志坤, 何多昌, 桂卫华, 等. 基于改进心跳包机制的整流远程监控系统[J]. 计算机应用, 2008, 28(2): 363-366
- [7] Yang Zhao-jun. Analysis and design of network centralized monitoring system based on SNMP[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2011 (in Chinese)
杨召军. 基于 SNMP 协议的网络集中监控系统分析与设计[D]. 北京: 北京邮电大学, 2011
- [8] Wei Yu-xin, Li Qiang. Data collect method of snmp-based network performance management[J]. Computer Engineering and Applications, 2011, 47(2): 105-107 (in Chinese)
魏煜欣, 李强. 一种基于 SNMP 网络性能管理数据的采集方法[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(2): 105-107
- [9] Narayanan H T S, Loganathan P S, Narayanan V K. A Study on the Effectiveness of SNMP OID Compression[J]. Journal of Network and Systems Management, 2011, 19(4): 496-512
- [10] Ding Y Z, Zhen H. A Study and Realization on Searching the SNMP Agent Based on BER[C]// 2011 International Conference on Control, Automation and Systems Engineering (CASE). IEEE, 2011: 1-3
- [11] Yu Z, Ji H. Research of IPMI Management based on BMC SOC [C]// 2010 International Conference on Management and Service Science (MASS). IEEE, 2010: 1-3
- [12] Shao Wen-qing. Research and Implementation of Cloud Management Platform Resource Scheduling Strategy Based on Xen[D]. Xi'an: Xidian University, 2012 (in Chinese)
邵文清. 基于 Xen 的云管理平台下资源调度策略的研究与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2012
- [13] Joshi N, Riley W, Schneider J, et al. Integration of domain-specific IT processes and tools in IBM Service Management[J]. IBM Systems Journal, 2007, 46(3): 497-511
- [14] Xiao Hui-rong. Study and Design of Optimization Strategy of High Availability in Virtualization[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2015 (in Chinese)
肖慧荣. 虚拟化技术的高可用性机制优化策略的研究与设计[D]. 北京: 北京邮电大学, 2015
- [15] Protocol. The HP OpenView Experts [EB/OL]. <http://www.protocolsoftware.com/hp-openview.php>. 2012

- high dynamic range images[C]//Proceedings of the 17th European Signal Processing Conference, 2009;2240-2244
- [23] Grosch T. Fast and robust high dynamic range image generation with camera and object movement[C]//Proceedings of Vision, Modeling and Visualization Conference, 2006;277-284
- [24] Pece F, Kautz J. Bitmap movement detection; HDR for dynamic scenes[C]//Proceedings of Visual Media Production, 2010;1-8
- [25] Zhang W, Cham W K. Gradient-directed composition of multi-exposure images[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE Press, 2010;530-536
- [26] Zhang W, Cham W K. Gradient-directed multi-exposure composition[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2012, 21(4): 2318-2323
- [27] Gallo O, Gelfand N, Chen W C, et al. Artifact-free high dynamic range imaging[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Computational Photography. IEEE Press, 2009;1-7
- [28] Min T H, Park R H, Chang S K. Histogram based ghost removal in high dynamic range images[C]//Proceedings of the International Conference on Multimedia and Expo, 2009;530-533
- [29] Sung H S, Park R H, Lee D K, et al. Feature based ghost removal in high dynamic range imaging[J]. International Journal of Computer Graphics and Animation, 2013, 3(4): 23-39
- [30] Hu J, Gallo O, Pulli K, et al. Hdr deghosting; How to deal with saturation? [C]// IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE Press, 2013;1163-1170
- [31] Sen P, Kalantari N K, Yaesoubi M, et al. Robust patch-based hdr reconstruction of dynamic scenes [J]. ACM Transactions on Graphics, 2012, 31(6): 439-445
- [32] Zheng J, Li Z, Zhu Z, et al. Hybrid patching for a sequence of differently exposed images with moving objects [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2013, 22(12): 5190-5201
- [33] Zhang W, Cham W K. Reference-guided exposure fusion in dynamic scenes[J]. Journal of Visual Communication and Image Representation, 2012, 23: 467-475
- [34] Heo Y S, Lee K M, Lee S U, et al. Ghost-free high dynamic range imaging[C]//Proceedings of the 10th Asian Conference on Computer Vision, 2010;486-500
- [35] Khan E A, Akyuz A O, Reinhard E. Ghost removal in high dynamic range images[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing. IEEE Press, 2006;2005-2008
- [36] Pedone M, Heikkila J. Constrain propagation for ghost removal in high dynamic range images[C]//Proceedings of the International Conference on Computer Vision Theory and Applications, 2008;36-41
- [37] Kang S B, Uyttendaele M, Winder S, et al. High dynamic range video[J]. ACM Transactions on Graphics, 2003, 22(3): 319-325
- [38] Zimmer H, Bruhn A, Weickert J. Freehand hdr imaging of moving scenes with simultaneous resolution enhancement[J]. Computer Graphics Forum, 2011, 30(2): 405-414
- [39] HaCohen Y, Shechtman E, Goldman D, et al. Non-rigid dense correspondence with applications for image enhancement [J]. ACM Transactions on Graphics, 2011, 30(4): 76-79
- [40] Hu J, Gallo O, Pulli K. Exposure stacks of live scenes with handheld cameras[C]//European Conference on Computer Vision. Springer, 2012;499-512
- [41] Lee C, Li Y, Monga V. Ghost-free high dynamic range imaging via rank minimization[J]. IEEE Signal Processing Letters, 2014, 21(9): 1045-1049
- [42] Boykov Y, Veksler O, Zabih R. Fast approximate energy minimization via graph cuts[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2001, 23: 1222-1239

(上接第 6 页)

- [16] IBM Corporation. IBM Tivoli Monitoring [M]. IBM Corporation, 2009
- [17] Zitello T, Williams D, Weber P. HP OpenView System Administration Handbook; Network Node Manager, Customer Views, Service Information Portal, OpenView Operations[M]. Prentice Hall PTR, 2003
- [18] Wallin S, Landen L. Telecom alarm prioritization using neural networks[C]//22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications-Workshops, 2008(AIN-AW 2008). IEEE, 2008;1468-1473
- [19] Rao U H. Challenges of Implementing Network Management Solution[J]. International Journal of Distributed and Parallel Systems (IJDPS), 2011, 2: 67-76
- [20] Mei Y, Liu L, Pu X, et al. Performance analysis of network I/O workloads in virtualized data centers[J]. IEEE Transactions on Services Computing, 2013, 6(1): 48-63
- [21] Petrucci V, Carrera E V, Loques O, et al. Optimized management of power and performance for virtualized heterogeneous server clusters[C]//2011 11th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid). IEEE, 2011; 23-32
- [22] Chen W, Shang Z, Tian X, et al. Dynamic Server Cluster Load Balancing in Virtualization Environment with OpenFlow[J]. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015, 2015: 1-8
- [23] Aderholdt F, Han F, Scott S L, et al. Efficient Checkpointing of Virtual Machines Using Virtual Machine Introspection[C]//IEEE International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing. IEEE, 2014; 414-423
- [24] Tan Cheng-xin, Wang Lei, Guan Yu-xin. Research on Micro-reboot Technology with Supporting Self-healing[J]. Journal of Chinese Computer Systems, 2013, 34(1): 77-82(in Chinese)
谭成鑫, 王雷, 关育新. 支持自恢复的微重启技术研究[J]. 小型微型计算机系统, 2013, 34(1): 77-82
- [25] Bharadwaj S, Neema J, Salini S, et al. Dual server hot standby architecture for disaster recovery[R]. Technical Report, III TB-TR-2012-04, 2012
- [26] Anand M. Cloud monitor; monitoring applications in cloud[C]//2012 IEEE International Conference on Cloud Computing in Emerging Markets (CEEM). IEEE, 2012; 1-4