

省级泛在电力物联网云平台监控系统建设实践

邹昊东,丁正阳,滕爱国,韦 健

(国网江苏省电力有限公司 信息通信分公司,南京 210024)

Construction practice of provincial ubiquitous power Internet of Things cloud computing platform monitoring system

ZOU Haodong, DING Zhengyang, TENG Aiguo, WEI Jian

(Information & Telecommunication Branch, State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd, Nanjing 210024, China)

摘要:国网江苏省电力有限公司(以下简称江苏公司)开展云平台建设和应用,推进“千台入云、系统上云”的专项工作,为泛在电力物联网的建设提供可靠的云计算服务。为提高云平台的运维能力,提出指标采集和存储、指标分析和可视化以及实时告警技术方案,构建物理机、平台、存储、应用的体系化监控体系,实现国网云运行监控和异常事件的实时告警。

关键词:泛在电力物联网;云计算;监控系统

Abstract: StateGrid Jiangsu Electric Power Co., LTD., hereinafter referred to as Jiangsu company, carries out cloud computing platform construction and application, promotes special work of “adding one thousand of servers to cloud platform and immigrating applications to cloud” and provides reliable cloud computing services for the construction of ubiquitous power Internet of Things. To improve the operation and maintenance capability of cloud platform, technical proposal of metrics collection and storage, metrics analysis and visualization and real-time alert are put forward, a systematic monitoring system of physical machine, platform, storage and application is built and the cloud platform operation monitoring and abnormal event real-time warning are realized.

Key words: ubiquitous power Internet of Things; cloud computing; monitoring system

中图分类号:TM74 文献标志码:A

0 引言

国家电网公司(以下简称国网公司)于2019年3年全面部署开展泛在电力物联网建设。国网江苏省电力有限公司(以下简称江苏公司)从2018年开展云平台建设,按照“分级分域”的原则同时开展虚拟化平台OpenStack和容器化平台K8s建设,通过开展“千台入云,系统入云”的国网云建设工作,取得了巨大的成效。截止2019年8月份,国网云平台已纳管851台服务器,入云212套系统,稳定运行400余天。

江苏公司的OpenStack平台采用Kolla部署,Kubernetes(以下简称K8s)平台采用Kuberspray方案部署,这两个方案都将平台组件部署在容器中,这种方式大幅提升了云平台的部署效率,同时江苏公司大力推进应用系统容器化改造工作,应用系统的整体技术架构往容器化、微服务化架构方向转变。

为提升云平台的运维能力,本文探索针对容器化平台组件和容器化应用的云平台监控系统建设。容器具有无固定IP地址、数量大、运行周期短等特

点,采用Agent或者Agentless等方式采集数据的Zabbix、Naggyo等传统监控工具不能满足要求。为此,本文寻求其他技术解决方案。文献[1]和文献[2]提出传统方式部署的OpenStack平台监控工具,但是不适合容器化云平台。文献[3]和文献[4]提出基于云原生开源监控软件Prometheus构建云平台监控系统,开源软件Grafana展示平台运行状态,部署方式简单,符合容器化部署云平台的技术路线,但是没有提出实时监控的技术方案。文献[5]提出一种基于流式计算的监控技术,缩减指标数据采集的时延,适用于大规模云平台环境,但是该技术方案部署复杂。

综上所述,本文选择符合容器化云平台技术特点、部署简单、开源技术主的技术方案,以Prometheus为采集服务、Grafana为监控展现服务、智能巡检平台为告警平台的云平台监控解决方案。

1 云平台监控方案

1.1 技术架构

本文组合监控工具Prometheus、可视化工具Grafana以及智能巡检平台作为国网云的统一监控系统,实现了OpenStack和K8s平台集群的监控全覆盖,满足了立体化监控需求,总体技术架构如图1所示。

收稿日期:2019-09-24;修回日期:2019-10-8

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFB1010000)

This work is supported by National Key Research and Development Project of China(No.2017YFB1010000)

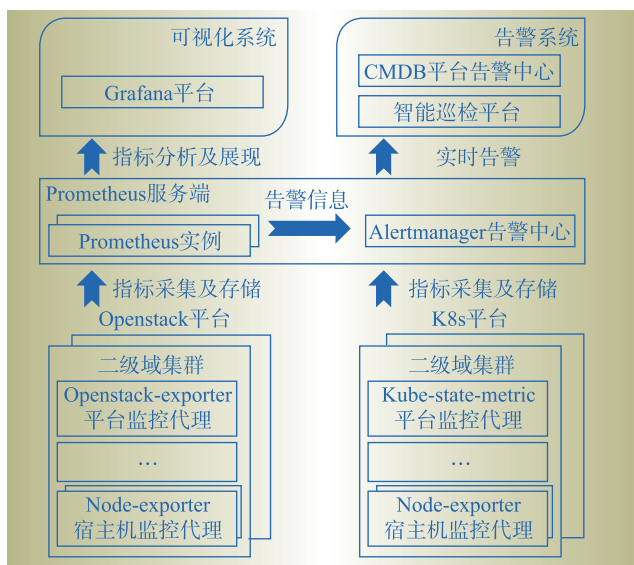


图1 云平台监控技术架构

Fig. 1 Technical framework of cloud computing platform monitoring system

(1) 指标采集及存储:监控系统需要有可靠的监控后台以及全面的监控代理,满足云平台中设备、平台以及应用等各个层面的指标采集和存储需求,选择Prometheus以及配套使用的相关代理作为解决方案。Prometheus系统采用中心化的数据采集、分析和分布式的监控代理的设计理念,目前Prometheus官方认证有约600个代理,覆盖服务器、中间件、数据库、云平台、应用等对象,满足国网云统一监控的需求。

(2) 指标分析和展现:原始指标展示的信息有限,无法全面展示平台的运行情况,本文设计指标分析公式,更全面的掌握物理节点资源使用情况、云平台资源分配情况、云应用运行情况,同时利用Grafana等开源可视化工具,实现指标的可视化展现。

(3) 实时告警:除了通过指标分析掌握平台运行状态以及性能情况,本文还设计告警规则实现了重要异常事件的实时告警,将告警信息推送给调度运行监控平台,实现国网云运行的7×24 h监控,保证故障的及时处置。

1.2 立体化监控

为采集OpenStack平台宿主机以及集群运行数据,研究采用node-exporter代理采集宿主机的资源运行指标、OpenStack-exporter代理采集平台的运行指标、ceph-exporter代理采集后端分布式存储的运行指标,实现宿主机以及平台两个层面的主要运行指标的采集。几种OpenStack实例监控代理的作用和部署方式如表1所示。

为采集K8s平台宿主机、集群以及承载的物联网应用容器运行数据,研究采用node-exporter采集宿主机的资源运行指标、cAdvisor采集所有容器运行指标、kube-state-metrics采集所有Pod容器运行状态、kube-metrics采集平台等信息,实现宿主机、平

台、容器应用3个层面的主要运行指标的采集几种K8s实例监控代理的作用和部署方式如表2所示。

表1 OpenStack实例监控代理
Table 1 OpenStack monitoring agents

序号	代理名称	作用	部署方式
1	node-exporter	宿主机监控代理,获取主机运行状态,cpu、内存、存储、网络资源使用情况	每台宿主机部署node-exporter代理
2	openStack-exporter	OpenStack平台监控代理,获取平台服务运行情况、虚拟机数量、资源分配情况	运行在控制节点上
3	ceph-exporter	ceph监控代理,获取ceph集群运行状态、存储空间、性能数据等情况	运行在控制节点上

表2 K8s实例监控代理
Table 2 K8s monitoring agents

序号	代理名称	作用	部署方式
1	node-exporter	宿主机监控代理,可以获取主机运行状态,cpu、内存、存储、网络资源使用情况	每台宿主机部署node-exporter代理
2	cAdvisor	容器监控代理,获取docker容器的资源使用情况	每台宿主机部署一个cAdvisor,以k8s的daemon形式运行
3	kube-state-metrics	K8s应用监控代理,可以获取deployment、pod等k8s资源的运行状态	以k8s服务的方式部署,运行在k8s集群中

1.3 运行分析

为全面掌握国网云的运行情况,本文基于监控系统采集的原始指标,结合业务实际需求,开展运行分析,设计指标分析公式,掌握OpenStack云平台资源分配情况、K8s平台资源分配情况、应用容器运行情况,通过可视化展示工具Grafana实现运行指标的可视化展示,提升了平台运行分析的便捷性。

以OpenStack平台运行分析为例,OpenStack平台主要通过整合硬件服务器资源,对外提供虚拟机计算资源,因此实时掌握已创建的虚拟机数量、分配的虚拟机CPU及内存资源占比等信息,对指导平台资源分配以及资源扩容具有重要的帮助意义。CPU及内存资源分配占比分别为公式(1)和公式(2)

$$Usage_{CPU} = \frac{(\sum(hypervisor_vcpus_used))}{(\sum(hypervisor_vcpus_total))} \times 100\% \quad (1)$$

$$Usage_{Mem} = \frac{(\sum(hypervisor_memory_mbs_used))}{(\sum(hypervisor_memory_mbs_total))} \times 100\% \quad (2)$$

1.4 实时告警

在实现监控全覆盖、指标分析和可视化的基础上,考虑实时告警的运维需求,研究告警规则的配置。

以OpenStack节点文件系统使用率异常为例,本文设计告警公式(3),当监控系统检测到文件系统超过95%,将推送告警信息给告警平台。

$$100 - (node_filesystem_free\{mountpoint = "/" \}) / (node_filesystem_size\{mountpoint = "/" \}) \times 100 > 95 \quad (3)$$

初步梳理出10个重要告警,这些告警直接影响到平台或者宿主机的运行。目前配置的监控指标都是满足可用性的指标,如表3所示。

表3 云平台告警规则

Table 3 Cloud computing platform alarm rules

序号	监控对象	监控项	告警规则
1	OpenStack 节点	平台节点状态	节点宕机告警
2	OpenStack 节点	文件系统使用率	文件系统使用率大于95%
3	OpenStack 服务	控制节点服务	控制节点服务异常
4	OpenStack 服务	计算节点服务	计算节点服务异常
5	K8s 节点	平台节点状态	节点宕机告警
6	K8s 节点	文件系统使用率	文件系统使用率大于95%
7	K8s 服务	控制节点服务	控制节点服务异常
8	K8s 服务	计算节点服务	计算节点服务异常
9	分布式存储	控制节点时钟漂移	控制节点时间漂移告警
10	分布式存储	OSD节点异常关闭	10 min内超过15个OSD节点关闭

2 平台监控实践

2.1 OpenStack 平台的监控实践

江苏公司部署有多个OpenStack集群,每个集群的设备、平台以及服务有上百个运行指标采集。为保证指标数据采集的实时性以及监控系统的可靠性,江苏按照“一集群、一监控”的原则,采用一个Prometheus实例监控一个OpenStack集群的部署架构,保证每个国网云实例都有独立的监控系统,降低监控系统对存储空间的需求,同时将告警信息对接至智能巡检平台,整体架构如图2。

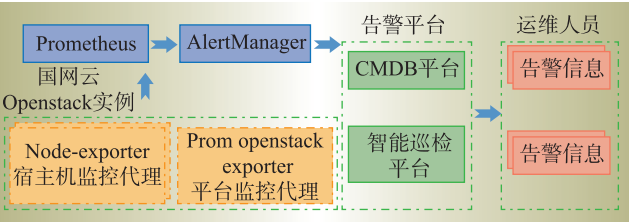


图2 OpenStack 集群监控架构

Fig. 2 OpenStack cluster monitoring architecture

考虑宿主机监控和OpenStack平台监控不同的业务需求,定制宿主机和平台两个维度的Grafana监控页面。平台监控面板主要展现平台规模、平台服务状态、资源使用情况等,如图3所示。宿主机监控面板主要展现主机状态、物理资源使用情况。不同于平台面板统计的是分配资源占比,物理资源面板统计的是宿主机实际资源使用率。

2.2 K8s 平台的监控实践

江苏公司部署有多个K8s集群,按照“一集群、



图3 OpenStack 平台资源监控面板

Fig. 3 OpenStack platform resource monitoring panel

一监控”的原则,采用一个Prometheus实例监控一个K8s集群的部署架构,保证每个国网云实例都有独立的监控系统,告警信息对接至智能巡检平台,整体架构如图4。

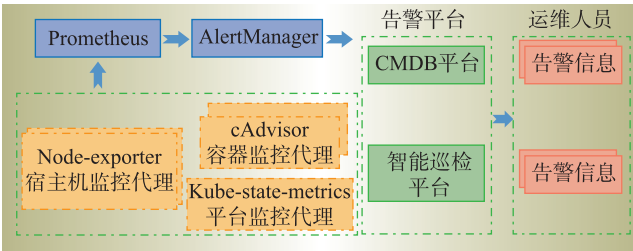


图4 K8s 集群监控架构

Fig. 4 K8s cluster monitoring architecture

考虑宿主机监控、K8s平台监控以及容器应用监控不同的业务需求,江苏公司将Prometheus数据接入可视化平台Grafana,并且配置个性化监控仪表盘,提供了宿主机、平台、容器应用3个维度的监控页面,容器应用监控面板如图5所示。



图5 K8s 容器应用监控面板

Fig. 5 K8s platform resource monitoring panel

通过实施本文的技术方案,江苏公司OpenStack平台监控系统实现了7套OpenStack、250余台设备、2500余个虚拟机规模的云平台的实时监控,K8s平台监控系统实现了4套OpenStack、90余台设备、700余个虚拟机规模的云平台的实时监控,同时具备重要告警的实时告警能力,填补了江苏公司云平台监控的空白,为泛在电力物联网应用的运行提供坚强的运行支撑保障。

3 结束语

本文实现江苏公司国网云宿主机、OpenStack平台服务、K8s平台服务以及K8s容器应用等主要运维对象的监控,覆盖了设备层、平台层和应用层,并且实现了重要指标的采集和展示,帮助运维人员分析

运行健康状态,同时通过告警规则的配置,实现了重要运行指标的7×24 h监控,大大提升了云平台故障处置效率,为泛在电力物联网的大规模建设和应用提供可靠的、持续的计算、存储和网络资源服务。

本文设计的方案主要实现 OpenStack 和 K8s 云平台资源使用和可用状态的监控,暂不具备监控云平台运行性能和判断平台故障点的能力。因此,对云平台核心组件运行性能和运行日志的分析将是下一步研究的主要工作。D

参考文献:

- [1] 董波,沈青,肖德宝. 云计算集群服务器系统监控方法的研究[J]. 计算机工程与科学, 2012, 34(10): 68-72.
DONG Bo, SHEN Qing, XIAO Debao. Research on monitoring method of cloud computing cluster server system [J]. Computer Engineering and Science, 2012, 34(10): 68-72.
- [2] 杨佳旭. 云计算环境下大规模资源监控与安全评估系统[D]. 西安:西安电子科技大学, 2015.
YANG Jiaxu. Large-scale resource monitoring and security assessment system in cloud computing environment [D]. Xian: Xidian University, 2015.
- [3] 吴雷. 基于私有云的云监控系统的设计与实现[D]. 武汉:华中科技大学, 2017.

- WU Lei. Design and implementation of cloud monitoring system based on private cloud [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2017.
- [4] 车路,张焕远,夏亚东. 基于开源软件的云监控平台设计与实现[J]. 计算技术与自动化, 2015, 34(1): 136-140.
CHE Lu, ZHANG Huanyuan, XIA Yadong. Design and implementation of cloud monitoring platform based on open source software [J]. Computing Technology and Automation, 2015, 34(1): 136-140.
 - [5] 单萃,祝智岗,张龙. 基于流处理技术的云计算平台监控方案的设计与实现[J]. 计算机应用与软件, 2016, 33(4): 88-90.
SHAN Xin, ZHU Zhigang, ZHANG Long. Design and realization of stream processing technology - based cloud computing platform monitoring scheme [J]. Computer Application and Software, 2016, 33(4): 88-90.

作者简介:

邹昊东(1987),男,江苏盐城人,工程师,硕士,主要研究方向为云计算平台建设和运维工作。

丁正阳(1973),男,江苏南京人,高级工程师,硕士,主要研究方向为电力企业信息通信建设管理和运维管理工作。

滕爱国(1974),男,江苏淮安人,高级工程师,硕士,主要研究方向为电力企业信息化建设管理和运维管理工作。

韦健(1985),男,江苏徐州人,工程师,本科,主要研究方向为云计算平台建设和运维工作。

(责任编辑 陈 可)

(上接第34页)

- [6] 刘永奇,张弘鹏,李群,等. 东北电网电力调峰辅助服务市场设计与实践[J]. 电力系统自动化, 2017, 10(7): 148-154.
LIU Yongqi, ZHANG Hongpeng, LI Qun, et al. Design and practice of peak regulation ancillary service market for northeast china power grid [J]. Automation of Electric Power Systems, 2017, 10(7): 148-154.
- [7] 张宁,周天睿,段长刚,等. 大规模风电场接入对电力系统调峰的影响[J]. 电网技术, 2010, 34(1): 152-158.
ZHANG Ning, ZHOU Tianrui, DUAN Changgang, et al. Impact of large-scale wind farm connecting with power grid on peak load regulation demand [J]. Power System Technology, 2010, 34(1): 152-158.
- [8] 李军徽. 抑制风电对电网影响的储能系统优化配置及控制研究[D]. 北京:华北电力大学, 2012.
LI Junhui. Research on optimal allocation and control of energy storage system to suppress the influence of wind power on power grid [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2012.
- [9] 高明杰,惠东,高宗和,等. 国家风光储输电示范工程介绍及其典型运行模式分析[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(1): 59-64.
GAO Mingjie, HUI Dong, GAO Zonghe, et al. Presentation of national wind/photovoltaic/energy storage and transmission demonstration project and analysis of typical operation modes [J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(1): 59-64.
- [10] 任洛卿,白泽洋,于昌海,等. 风光储联合发电系统有功控制策略研究及工程应用[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(7): 105-111.
REN Luoqing, BAI Zeyang, YU Changhai, et al. Research on active power control strategy or wind/photovoltaic/en-

- ergy storage hybrid power system and its engineering application [J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(7): 105-111.
- [11] 刘波,郭家宝,袁智强,等. 风光储联合发电系统调度策略研究[J]. 华东电力, 2010, 38(12): 1 897-1 899.
LIU Bo, GUO Jiabao, YUAN Zhiqiang, et al. Research on scheduling strategy of Wind-PV-ES hybrid power system [J]. East China Electric Power, 2010, 38(12): 1 897-1 899.
 - [12] MARIA D, GIUSEPPE F, MARIAGIOVANNA P, et al. Planning and operating combined wind-storage system in electricity market [J]. IEEE Trans on Sustainable Energy, 2012, 3(2): 209-217.
 - [13] USAOLA J. Operation of concentrating solar power plants with storage in spot electricity market [J]. IET Renewable Power Generation, 2011, 6(1): 59-66.
 - [14] ALI KARIMI V, ALI D, HASSAN M. A new self-scheduling strategy for integrated operation of wind and pumped-storage power plants in power markets [J]. Applied Energy, 2011(88): 5 002-5 012.
 - [15] ANUPAM A T, LE X, DANIEL E, et al. Risk measure based robust bidding strategy for arbitrage using a wind farm and energy storage [J]. IEEE Trans on Smart Grid, 2011, 4(4): 2 191-2 199.

作者简介:

黄冬生(1976),男,广西南宁人,工学硕士,高级工程师,主要从事电力市场方面的研究工作;

吴引航(1985),男,广西南宁人,工学学士,工程师,主要从事电力市场方面的研究工作;

吕翔(1982),男,广西南宁人,工学硕士,高级工程师,主要从事电力市场方面的研究工作。

(责任编辑 陈 可)