

基于雾计算架构的电网调度自动化系统

田太晋

(国家电网湘西供电公司电力调度控制中心, 湖南 湘西 416000)

摘 要 随着智能电网的建设,特别是高级测量体系的不断普及,运行产生的数据信息不断增加,电力调度部门收集到的数据量呈爆炸式增长,调度自动化系统作为智能电网的神经中枢,正面临严峻挑战。为满足对全网监控、负荷预测、经济调度等功能的需求,解决各地调度系统异构及资源不均衡不匹配等问题,利用云计算和虚拟化技术,本文提出了一种基于云计算的调度自动化系统。这是一种基于雾计算架构的新型调度自动化系统,将部分数据处理和计算移到边缘网络,减小了数据传输的压力,弥补了传统调度自动化系统的不足,规避了长距离信号延时、网络阻塞的风险,实现了调度自动化系统监控功能的提升。

关键词 雾计算 调度自动化系统 云计算 低延时

中图分类号: V242.3; TP2

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)05-0013-02

1 雾计算

思科公司(Cisco)的F.Bonomi等人在2012年提出了雾计算(Fog Computing)的概念。雾计算是一种介于云计算和物联网设备之间的分布式计算模式,基本思想是将计算设备更靠近数据源。雾计算可同时扩展到核心网络和边缘网络,即边缘网络和核心网络(如核心路由器、区域服务器、广域网交换机等)的成分均可纳入雾计算的架构中。因此,对于实时物联网应用,服务延时可实现最小化^[1]。

目前,关于雾计算的研究,主要集中在以下几方面:

(1) 雾计算架构设计。最早提出雾计算,定义雾计算的特征及其架构,设计了一种基于雾计算架构的网关,同时也设计了一种基于无线传感器网络编码的雾计算通信协议。并提出一种面向未来网络应用的移动雾模型。

(2) 雾计算服务质量。利用雾计算分层的结构减少了用户向云服务器发送请求的次数,解决了数据处理过程中的拥塞问题。设计了一种高效的任务调度和资源管理策略,平衡客户端设备和计算服务器上的工作负载,提高了雾计算资源的利用率。提出基于微分博弈的雾计算入侵检测模型、恶意程序传播防御模型及一种基于超图结构的雾计算密钥管理方案,以抵御雾计算环境下的恶意入侵和破坏^[2]。

(3) 雾计算应用领域。雾计算目前已逐渐应用到物联网领域,如车载网、无线接入网、5G网络、风电场信息采集、电网安全风险评估。然而,鲜有学者提出将雾计算架构应用到调度自动化系统中,而调度自动化系统的计算应用具有数据采集分布式、计算需求多样化、计算时间多尺度等特点,因此本文将提出一种纳入雾计算架构的新型调度自动化系统。

2 基于雾计算的调度自动化系统架构

2.1 传统调度自动化系统架构

传统调度自动化系统架构如图1所示。在传统调度自动化系统架构中,通常采用固定拓扑结构,并部署备用

SCADA服务器和备用历史服务器,实现对主功能及历史记录的冗余保障。传统架构模式存在设备耦合度高、维护难度大、容灾性差等特点。

2.2 基于雾计算的调度自动化系统架构

为解决传统调度自动化系统架构存在的一系列问题,本文考虑将雾计算架构纳入基于云计算的调度自动化系统,依然采用分层结构,进一步改善调度自动化系统的可靠性能。

雾计算架构部分包括数据接收网络、边缘计算单元及区域计算层:

(1) 数据接收网络。数据接收网络中,应用智能网关技术,从分布式部署在现场的各类设备(包括各类传感器、微型PMU等),通过WiFi、4G、GPRS等网络及相关协议,把状态信息或动作信息送到上一层边缘计算单元。

(2) 边缘计算单元。边缘计算单元包括各种存储资源、软件资源、计算资源和网络资源,属于高度虚拟化的微型数据中心(Micro Data Centre, MDC)。该层根据现场应用的需要,应用各种雾计算算法,实时分析处理从数据接收网络送来的数据流(例如:电力一次电气设备的故障诊断数据、移动巡检设备采集的数据等),对云计算中心所需的数据进行预处理(包括坏数据处理、特征提取、压缩等),更好地实现对不同延时层次的电网大数据分析,减少边缘网络数据上行带宽的压力和云计算处理数据的压力。在数据安全方面,可考虑采用基于微分博弈的入侵检测算法模型和恶意程序传播防御模型等来抵御雾计算系统外部或内部的安全威胁,提高系统安全可靠性^[3]。

3 基于雾计算的调度自动化系统的应用

基于雾计算的调度自动化系统主要应用于以下几方面:

(1) 数据采集方面。雾计算设备首先对数据进行收集并处理坏数据,通过一系列雾计算算法对数据进行处理、压缩、打包,而后发送到分布式或集中式应用设备中。例如:相量数据采集装置(Phasor Data Concentrator, PDC)将采集

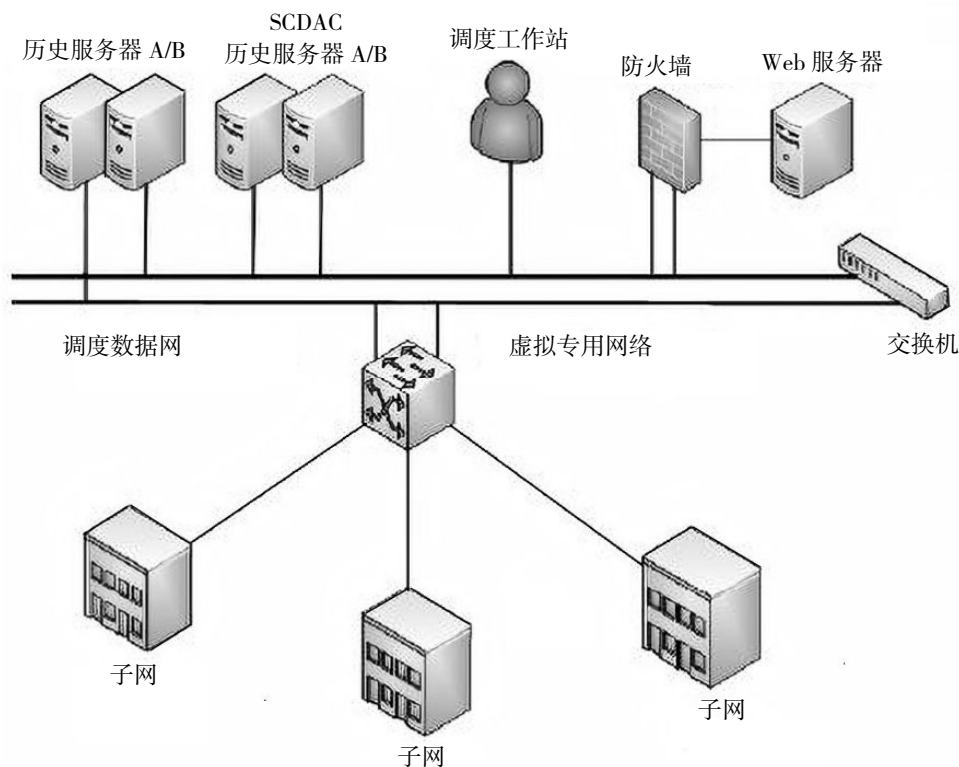


图1 传统调度自动化系统架构

到的多路电压电流模拟量及GPS时钟信号，进行预处理，生成同步测量信号再输出。此外，变压器等设备的监控数据、视频监控数据、移动巡检设备采集的数据等均可进行预处理后再送到主监控平台上。将这类型的数据处理工作移到边缘网络，可有效减小数据上行负载及监控中心的信息负载^[4]。

(2) 电网态势感知和电压稳定方面。集中式的状态估计存在不收敛或鲁棒性不强的问题，从而导致对复杂电力系统态势感知能力比较薄弱，分布式的状态估计可利用雾计算设备和算法，得到电力系统部分区域的态势感知。当电网出现电压稳定性问题时，若不加以控制就有可能逐渐扩散到整个网络。雾计算设备可利用量测数据对部分区域系统的电压稳定性进行粗略估计，整合分布式状态估计，快速地评估部分区域系统的电压稳定性，从而进一步采取策略，维持电网电压稳定。

(3) 安全预警和电网自恢复方面。预警系统信息采集设备通常在生产一线，如变电站设备、线路等，采集的信息包括视频信息，线路的电压、电流、功率等。当电网状态变差时，预警系统需及时响应，并把预警信号送到控制中心，若系统发生故障应有足够快的时间实现自恢复，防止引起系统失稳甚至出现连锁停电事故。将预警过程和自愈控制过程移到边缘网络，利用雾计算设备去计算预警和控制策略，可减少控制中心的信息负载，同时能使电网对预警信号有更快的响应。目前，雾计算在该方面的应用有继电保护装置等^[5]。

雾计算在调度自动化系统中的应用绝不仅限于以上方

面。较于云计算，雾计算在低延时数据传输能力和对边缘网络信号及时响应能力上有较大的优势，因此雾计算在调度自动化系统中较大的应用前景。

4 结语

本文将雾计算架构纳入调度自动化系统中，该架构依然采用分层分布式结构，将部分计算的位置移到边缘网络，增强了调度自动化系统的数据采集和处理的功能，提升了快速实现边缘计算和及时响应电网状态变化的能力，弥补了传统调度自动化系统在数据处理和数据传输方面的不足。将雾计算架构纳入调度自动化系统仍然面临一些挑战，如雾计算设备和云计算设备、其他雾计算设备、传感器、用户之间的接口设计，网络通信及网络安全等问题，亟待进一步研究。

参考文献：

- [1] 王志文. 电网调度自动化常见故障和改进策略分析[J]. 电子世界, 2020(17):39-40.
- [2] 李培培, 高晓宁. 计算机技术在电力企业自动化控制中的应用[J]. 信息与电脑(理论版), 2018(24):22-24.
- [3] 古婷. 电网调度自动化系统分析[J]. 建材与装饰, 2018(51):220-221.
- [4] 任爱辉. SVG技术在电网调度自动化系统中的应用[J]. 建材与装饰, 2018(50):202-203.
- [5] 王宇鹏. 电网调度自动化监控报警系统分析[J]. 低碳世界, 2018(12):35-36.