

面向智能电网的云计算技术研究

李琪林¹ 周明天²

(四川电力科学研究院生产技术部 成都 610072)¹ (电子科技大学计算机学院 成都 610054)²

摘要 对面向智能电网的云计算技术进行了研究。首先,引入了云计算的基本概念,分析了它的关键特征。其次,将云计算和智能电网技术进行了融合,提出了智能云的概念。随后,深入研究了智能云的构建、资源管理和安全策略问题。最后,给出了结论和未来的研究工作。

关键词 智能电网,云计算,智能云,资源管理,安全策略

中图分类号 TP393.02 **文献标识码** A

Research on Cloud Computing in Smart Grid

LI Qi-lin¹ ZHOU Ming-tian²

(Production and Technology Department, Sichuan Electric Power Science and Research Institute, Chengdu 610072, China)¹

(Computer Science and Engineering College, University of Electronic Science and Technology, Chengdu 610054, China)²

Abstract The goal of this paper is to investigate the cloud computing in smart grid. First of all, we introduced the basic concept of cloud computing and analyzed its major characteristics. Secondly, we combined cloud computing with smart grid and presented the view of smart cloud. Subsequently, we looked deeper into the three key issues, including construction of smart cloud, resource management and security policy. Finally, we pointed out future directions of research and concluded the paper.

Keywords Smart grid, Cloud computing, Smart cloud, Resource management, Security policy

1 引言

当前,世界能源格局正经历一场深刻的变革。为了促进低碳、高效、清洁电力工业的发展,再造电网的信息回路,构建新型的用户反馈方式,提高电网的效率,降低运营成本,实现电网价值的最大化,世界各国纷纷将目光投向智能电网技术领域,掀起了一场席卷全球的智能电网建设热潮^[1,2]。

然而,随着智能电网技术的不断发展,未来电力系统中数据和信息将呈爆炸性增长,这无疑为系统的运行和高级分析带来巨大的挑战。电力系统现有的硬件设施和计算能力已难以适应未来电力系统在线分析和实时控制所要求的计算能力和存储要求。因此,迫切需要引入新的计算技术,在维持现有硬件设施不变的情况下,充分整合系统内部的计算能力和存储资源,提高电网的在线分析和实时控制能力,为智能电网提供有效的技术支撑^[1]。

作为一种崭新的计算模式,云计算将一组分布式计算机系统相关的能力以透明服务的方式提供给用户或应用,允许用户或应用在不了解提供服务的技术、没有相关知识以及设备操作能力的情况下,通过网络获取所需的服务^[3]。

由于云计算具有分布式的计算和存储特性,易扩展和管理,特别适合解决智能电网技术带来的一系列新问题,因此,在智能电网技术领域引入云计算,在保证现有电力系统硬件

基础设施基本不变的情况下,对当前系统的数据资源和处理器资源进行整合,从而大幅提高电网实时控制和高级分析的能力,为智能电网技术的发展提供有效的支持,无疑具有极其重要的研究价值和意义^[1]。

2 云计算技术

由于云计算技术仍处于不断发展完善阶段,全球的研究机构、IT公司和业届专家对于该计算应包含的主要技术、关键特性和具体功能尚未形成统一的意见,因此云计算技术目前并未形成统一而明确的定义。

一般认为,云计算(cloud computing)是分布式处理、并行处理和网格计算的发展,或者说是这些计算机科学概念的商业实现,是基于网络的超级计算模式^[4]。

云计算的核心是虚拟化。虚拟化允许云计算系统根据服务提供商和客户之间协商好的服务等级协议动态提供计算资源。本质上,云计算就是将数据、应用和服务存储在云端,充分利用一组内部互连的虚拟机组成并行和分布式计算系统强大的计算能力,以实现用户业务系统的自适应性^[3,4]。

作为一种新型的共享基础架构和基于网络的计算模式,云计算将资源聚集与共享、资源开放与统一访问、资源仿真与隔离进行了整合,允许用户或应用以一种透明的方式使用各类资源,而不需要关注各类资源的细节,并且能够为用户提供

本文受科技部十一五科技支撑项目(2006BAH02A0407)和国家电网公司重点科技项目(WG1-2010-X)资助。

李琪林(1973—),男,博士,高级工程师,主要研究方向为智能电网技术、电力自动化技术、分布对象技术、可信计算技术等,E-mail: li_qi_lin@163.com;周明天(1939—),男,教授,博士生导师,主要研究方向为计算机网络、分布对象技术、并行分布处理等。

动态自适应服务,使每个用户都感觉是以独占的形式在使用资源^[1]。

尽管云计算技术发展迅速,已成为下一代 IT 的发展趋势,但在解决数据的安全和隐私、系统本身的可扩展性、可用性、可靠性、可管理性和云间交互等方面的问题^[5]时,仍显不足,未来仍需进一步深入地探讨和研究。

3 面向智能电网的云计算

3.1 智能云概念

随着智能电网技术的发展和全国性互联电网的形成,未来电力系统中数据和信息将变得更加复杂,数据和信息量将呈几何级数增长,各类信息间的关联度也将更加紧密^[6]。同时,电力系统在线动态分析和控制所要求的计算能力也将大幅度地提高,当前电力系统的计算能力已难以适应新应用的需求。日益增长的数据量对电网公司信息系统的数据处理能力提出了新的要求^[1]。在这种情况下,电网企业已经不可能采用传统的投资方式,靠更换大量的计算设备和存储设备来解决问题,而是必须采用新技术,充分挖掘现有电力系统硬件设施的潜力,提高其适用性和利用率。

基于上述构想,可以将云计算引入电力系统中,构建面向智能电网的云计算体系,形成电力系统私有的云-智能云^[1]。智能云充分利用电力系统自身的物理网络,整合现有的计算能力和存储资源,以满足日益增长的数据处理能力及电网实时控制和高级分析应用的计算需求。智能云以透明的方式向用户和电力系统应用提供各种服务。它是对虚拟化的计算和存储资源池进行动态部署、动态分配/重分配、实时监控的云计算系统,从而向用户或电力系统应用提供满足 QoS 要求的计算服务、数据存储服务以及平台服务。

3.2 智能云的构建

智能云计算环境可以分为 3 个基本层次:物理资源层、平台层和应用层。物理资源层包括各种计算资源和存储资源,整个物理资源层也可以作为一种服务向用户提供,即 IaaS (infrastructure as a service)。IaaS 向用户提供的不仅包括虚拟化的计算资源、存储,同时还要保证用户访问时的网络带宽等^[5]。

平台层是智能云计算环境中最关键的一层。作为连接上层应用和下层资源的纽带,其功能是屏蔽物理资源层中各种分布资源的异质特性并对它们进行有效管理,以向应用层提供一致、透明的接口。

作为整个智能云计算系统的核心层,平台层主要包括智能电网高级应用和实时控制程序设计和开发环境、海量数据的存储管理系统、海量数据的文件系统以及实现智能云计算的其他系统管理工具,如智能云计算的系统中资源的部署、分配、监控管理、安全管理、分布式并发控制等^[1,5]。平台层主要为应用程序开发者设计,开发者不用担心应用运行时所需要的资源,平台层提供应用程序运行及维护所需要的一切平台资源。平台层体现了平台即服务,也称之为 PaaS (platform as a service)^[5]。

应用层则是用户需求的具体体现,即通过各种工具和环境开发的特定智能电网应用系统。它是面向用户提供的软件应用服务以及用户交互接口等,这一层称为软件即服务,即 SaaS (software as a service)^[5]。

3.3 智能云的资源管理

在智能云计算环境中,资源负载在不同时间差别可能很大,而智能电网应用服务数量的巨大导致出现故障的概率也随之增长,资源状态总是处于不断变化中。此外,由于资源的所有权也是分布的,各级电网都拥有一定的计算资源和储存资源,不同的资源提供者可以按其各自的需要对资源施加不同的约束,从而导致整个环境很难采用统一的管理策略。因此,若采用集中式的体系结构,即在智能云环境中只设置一个资源管理系统,那么很容易造成瓶颈并导致单故障点,从而使得整个环境在可伸缩性、可靠性和灵活性方面都存在的问题,对于大规模的智能云计算环境并不适合。

解决此问题的思路是引入分布式的资源管理体系结构,采用域模型。采用该模型后,整个智能云计算环境分为两级:第一级是若干逻辑上的单元,称其为管理域,它是由某级电网拥有的若干资源,例如高性能计算机、海量数据库等构成的一个自治系统,每个管理域都拥有自己的本地资源管理系统,负责管理本域内的各种资源;第二级则是这些管理域相互连接而构成的整个智能云计算环境。

管理域代表了集中式资源管理的最大范围和分布式资源管理的基本单位,体现了两种机制的良好融合。每个域范围内的本地资源管理系统集中组织和管理该域内的资源信息,保证在域内的系统行为和管理策略是一致的。多个管理域通过相互协作以服务的形式提供可供整个智能云计算环境中的资源使用者访问的全局资源,每个域的内部结构对资源使用者而言则是透明的。引入管理域后的智能云组成如图 1 所示。

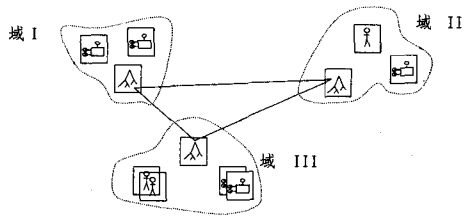


图 1 基于资源管理域的智能云组成

3.4 智能云的安全策略

智能云计算环境中的资源是可共享的,同时可能有多个用户或应用需要请求这些资源提供的服务。由于这些应用创建的目的通常各不相同,因此也具有不同的安全需求,从而要求提供不同的安全策略来实现这些需求。

传统的安全策略通常全部需由资源提供方来实施,每当发生变更时都要与相关的每个资源提供者交互以通知其发生的变化,这势必会导致管理开销过大,极大地加重资源提供方的负担。此外,该策略需要进行安全评估的场所也过多,很难防止出现安全漏洞,最终很难保证智能云中共享资源自身的安全性。这就需要拥有在智能云范围内制订和执行细粒度的安全策略(尤其是访问控制策略)的能力,以便灵活地管理各个成员,决定谁是开发者,谁是使用者,各自可使用哪些资源提供的何种服务,且允许随时调整成员及其拥有的权限。

由于引入了资源管理域,因而智能云计算环境由多个资源管理域组成。与此相对应,智能云计算的安全策略被划分为内部域安全策略和全局安全策略。内部域安全策略只作用

(下转第 456 页)

于互功率谱的广义互相关算法和基于周期互谱密度的广义互相关算法在受到噪声干扰时其互相关函数峰值仍然较为突出,很容易分辨,表现出了相对较好的鲁棒性。

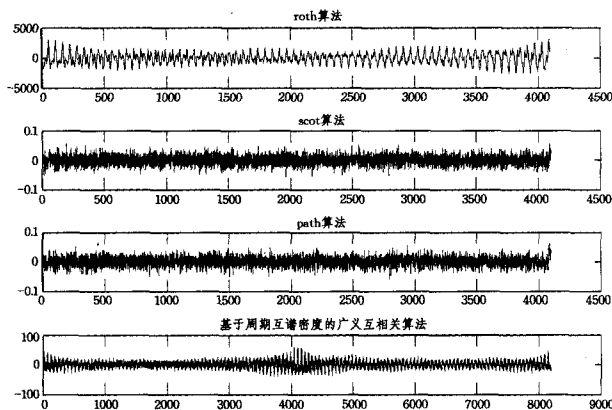


图6 两倍随机噪声的情况下各算法的广义互相关函数

结束语 在噪声环境下,无线电定位中时差估计是一个难点,传统的广义互相关算法得到的结果并不理想。本文对基于周期互谱密度和互功率谱的广义互相关算法进行了不同的加权和仿真,其中 Roth 和 Scot 加权对基于互功率谱的广义互相关函数的峰值尖锐程度在高信噪比的情况下性能较好,在受到强烈噪声干扰后,其互相关函数峰值的尖锐程度都会出现不同程度的降低,时延估计的准确性随着信噪比的降低而恶化。相对来说,基于周期互谱密度和权值为 Path 的互功率谱的广义互相关算法在低信噪比的环境下性能下降较

少,表现出了相对较好的鲁棒性。

参考文献

- [1] Yap J H, Ghaeri-Niri S, Tafazolli R. Accuracy and hearability of mobile positioning in GSM and CDMA networks[A]// 3G Mobile Communication Technologies, Third International Conference [C]. 2002;350-354
- [2] 胡来招. 无源定位(第一版)[M]. 北京:国防工业出版社,2004
- [3] 王宏禹,邱天爽. 自适应噪声抵消和时间延迟估计[M]. 大连:大连理工大学出版社,1999
- [4] Knapp C H, Carter G C. The Generalized Correlation Method for Estimation of Time Delay[J]. IEEE Transaction on Acoustics, Speech and Signal Processing, 1976, 24(4): 320-327
- [5] Omologo M, Svaizer P. Acoustic Source Location in Noisy and Reverberant Environment Using CSP Analysis [C]//Processing of ICASSP. Atlanta, GA, 1996: 921 - 924
- [6] 郭俊成. 基于传声器阵列的声源定位技术研究[D]. 南京:南京航空航天大学,2007
- [7] Gardener W A. Signal interception; performance advantages of cyclic-feature detectors [J]. IEEE Trans. on Communication, 1992
- [8] Chen JD, Benesty J, Huang Y T. Performance of GCC and AMDF-based time delay estimation in practical reverberant environments[J]. EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 2005 (1): 25-36

(上接第 433 页)

于管理域内部域范围,而全局安全策略是指影响智能云和管理域之间的各种交互的安全策略。

内部域安全策略定义为和管理域内部域安全性相关的所有参数的一组规则。域内进行的种种与安全相关的活动,如使用用户名/口令向操作系统登录,或使用 SSH 执行远程作业等,就是其安全策略的具体体现。全局安全策略则作用于智能云与管理域外部域之间的各种交互行为,决定如何管理域外的成员对域内资源提供的服务的访问,例如具有哪些特性(包括身份、属性等)的成员可访问域内哪些资源的何种服务等。它负责在智能云计算环境中对内部域策略进行评估和调和,共同作用于智能云计算环境中的各种交互行为,从而构成一个完整的安全策略实例。

结束语 云计算是分布式计算、并行处理和网格计算的进一步发展,是基于互联网的,是能够向各种网络应用提供硬件服务、基础架构服务、平台服务、软件服务、存储服务的系统^[5]。智能电网将先进的网络通信技术、信息处理技术和现代电网技术进行了融合,代表了未来电力工业发展的趋势。因此,将云计算技术引入智能电网领域,充分挖掘现有电力系统计算能力和存储设施,以提高其适用性和利用率,无疑具有极其重要的研究价值和意义。

本文对面向智能电网的云计算技术进行了研究。首先,我们研究了云计算的概念及关键技术特点;接着,分析了面向

智能电网的云计算体系-智能云,并重点研究了智能云的内涵和构建方式;同时,也对影响智能云的关键问题-资源管理和安全策略进行了深入探讨。

尽管智能云概念的提出较好地利用了电力系统现有的硬件资源,但在解决资源调度、可靠性及域间交互等方面的问题时,仍面临许多挑战。对这些问题进行广泛而深入的研究,无疑对于智能云计算技术的发展将产生深远的影响。

参考文献

- [1] 潘睿,刘俊勇,郭晓鸣. 电力系统云计算初探[J]. 四川电力技术, 2010, 33(3): 71-76
- [2] 李琪林,周明天. 智能电网关键技术研究[J]. 计算机科学, 2010, 37(8): 102-104
- [3] 陈全,邓倩妮. 云计算及其关键技术[J]. 计算机应用, 2009, 29(9): 2562-2567
- [4] Dikaiakos M D, Katsaros D, Mehra P, et al. Cloud Computing: Distributed Internet Computing for IT and Scientific Research, Internet Computing[J]. IEEE, 2009, 13(5): 10-13
- [5] 张建勋,古志民,郑超. 云计算研究进展综述[J]. 计算机应用研究, 2010, 27(2): 429-433
- [6] 张文亮,刘壮志,王明俊,等. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术, 2009, 33(13): 1-11