

医院云数据中心设计和应用^{*}

王磊 吴晓芬 郑云碑 王培军

(同济大学附属同济医院 上海 200065)

〔摘要〕 以同济大学附属同济医院新一代软件定义的云数据中心为例, 分析医院信息化现状及挑战, 从基础架构、自助云服务平台、混合云无缝延伸几方面, 阐述该数据中心设计思路及应用效果, 就需关注的问题进行探讨。

〔关键词〕 医院信息化; 超融合基础架构; 云数据中心

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2018.01.006

Design and Application of Hospital Cloud Data Center WANG Lei, WU Xiao-fen, ZHENG Yun-lu, WANG Pei-jun, Tongji Hospital, Tongji University, Shanghai 200065, China

〔Abstract〕 The paper takes the new generation of software-defined cloud data center of Tongji Hospital Affiliated to Tongji University as an example to analyze situation and challenge of informatization in hospital, elaborates design idea and application effect of the data center from the aspects including basic architecture, self-service cloud service platform and seamless extension of mixed clouds, discusses issues that need attention.

〔Keywords〕 Hospital informatization; Hyper-converged infrastructure; Cloud data center

1 引言

从 20 世纪初期开始, 随着 X86 服务器的性能逐步提升, 基于 X86 服务器的虚拟化技术开始慢慢出现在各个行业的企业级数据中心, 其技术架构逐渐得到推广, 21 世纪后随着虚拟化技术的突飞猛进, 其成熟可靠性得到广泛的验证, 已成为企业级数据中心建设的主流方案技术, 而云计算技术的发展又不断推动基于虚拟化平台的云数据中心建设浪

潮^[1]。医院已开始把目光投向新一代的云计算数据中心, 以支撑不断拓展的新型医疗应用服务, 同济大学附属同济医院已进行有益的尝试并取得良好的收效^[2]。

2 医院信息化现状

2.1 基本情况

同济大学附属同济医院早在 2011 年根据医院信息化建设“十二五”规划和年度信息化建设计划, 开始立项云计算项目规划建设, 于 2012 年实施建立覆盖服务器虚拟化和桌面虚拟化的完整架构, 运行各类服务器和桌面 100 余台, 在后期通过引入服务器虚拟化运维管理解决方案, 帮助医院很好地实现虚拟化环境下运维管理功能, 提供虚拟化环境的可见性, 最大限度提高容量利用率和运营性

〔修回日期〕 2017-11-02

〔作者简介〕 王磊, 工程师, 发表论文 8 篇; 通讯作者: 王培军。

〔基金项目〕 上海市医院协会医院管理研究基金 (项目编号: 1601122)。

能, 升级优化虚拟化平台的管理和运维能力。然而随着医院信息化进程的逐步深入, 对业务的要求越来越高, 医院信息系统的应用越来越多, 环境也变得更加复杂多变, 数据中心的数据成爆炸式增长, 同济大学附属同济医院还担负着辐射服务于本区二级医院和社区卫生机构的重任, 新建设的医院信息集成平台对数据中心支撑架构提出更高的要求, 同时大幅增加信息技术人员管理运维难度。

2.2 挑战

首先是存储管理复杂、不灵活, 成本昂贵, 无法保证业务应用系统的服务等级协议 (Service - Level Agreement, SLA) 要求。存储一直是虚拟化架构设计中最关键的环节之一, 很多性能问题都与存储有关, 需要在每秒输入输出程序设计系统 (Input/Output Operations Per Second, IOPS)、延迟和容量等各方面优化^[3]。另外存储的分层、扩展和运维都需考虑很多的方面, 如传统的存储架构都是在项目开始阶段配置和部署, 在其生命周期中不再更改, 后期更改对于现有架构有很强干扰性且操作非常耗时。同时传统的存储架构也缺乏对于新型的基于分布式大数据处理的互联网应用支持。其次是缺乏 IT 服务自动化能力。仅仅基于传统虚拟化技术的传统手工 IT 服务方式无法满足医院全新建设的信息集成平台以及运行在其上的各类应用, 包括医院信息系统、电子病历系统、临床信息系统、医院资源规划和移动医疗应用在内的各种核心医疗业务, 无法满足应用快速开发测试和上线以及后期规模灵活扩展的要求。再次, 现有的数据中心架构不能和公有云服务有效的整合集成, 不能利用混合云的架构优势对医院和外部用户提供完整的医疗云服务, 严重制约医院的公共服务能力, 无法很好地支撑区域医疗服务的需求。最后数据中心架构对网络访问的安全和病患的隐私信息安全保护也提出非常严格的要求^[4], 现有的网络及管理架构无法满足要求。

3 新一代软件定义的云数据中心

3.1 解决方案概述

为适应医院业务发展需要, 应对上述挑战, 满足后期各类基于互联网 IT 新技术的应用, 同济大学附属同济医院采用基于超融合基础架构的整体软件定义数据中心解决方案以构建新一代软件定义的云数据中心, 见图 1。

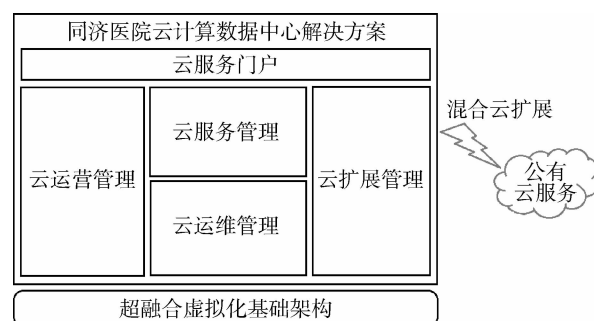


图 1 云计算数据中心解决方案

3.2 超融合基础架构

超融合基础架构 (Hyper - Converged Infrastructure, HCI) 是指在同一套单元设备中不仅具备计算、网络、存储和服务器虚拟化等资源和技术, 还包括备份软件、快照技术、重复数据删除及在线数据压缩等元素, 多套单元设备可通过网络聚合起来, 实现模块化的无缝横向扩展 (Scale - Out), 形成统一的资源池^[5]。超融合本地很容易实现, 将计算、网络和存储都集成在 1 个设备内, 它由供应商预先配置好, 一般收到即可使用。HCI 是实现“软件定义数据中心”的终极技术途径, 类似 Google、Facebook 后台的大规模基础架构模式, 可为数据中心带来最优的效率、灵活性、规模、成本和数据保护。

3.3 自助云服务平台

方案中通过云服务管理平台实现 IT 服务的自动化、业务管理和扩展性。服务自动化进行编排, 为自助式门户和目录向终端用户提供预定义基础架构和桌面服务自动化调配, 实现基础设施即服务 (IaaS) 以及自定义的“一切皆服务” (XaaS); 业务管理模块实现云平台资源使用情况的定量计费功能, 同时借助管理扩展组件延伸私有云平台到公有云服务平台, 实现混合云统一管理。云服务自动平

台可以在图形化的操作界面中，以拖拽方式进行架构设计企业级应用架构蓝图，在设计完成后整体一次交付完整的 3 层架构应用，包括 Web 层、应用中间件层和数据库层，交付时 3 层可以分别灵活选择并配置负载均衡，同时 3 层之间的防火墙策略等安全防护也通过网络虚拟化组件自动部署，所有的业务应用组件配置和业务数据导入都按配置在后台自动完成，实现整体 3 层架构企业级应用部署和业务上线一次性整体交付完成，而不是仅仅交付 IaaS 基础架构服务，可以完全实现任意的 XaaS 自定义 IT 业务服务，为医院提供全新的 IT 业务即服务的云平台交付能力，见图 2。在云服务平台上，根据医院的实际需求，通过定制化开发提供医院云服务门户，通过云门户为用户屏蔽复杂的云计算后台技术细节，降低用户直接使用的门槛，终端用户可轻松地挑选与使用云计算平台提供的各种服务，如同在网上商城挑选商品一样简单自如。云门户让医院的云平台管理员轻松面对前台用户不断提出的新需求、新变更，一切均交给后台的服务管理功能流程化全自动处理。同时结合先进的配置式业务流程引擎，使 IT 与医院各业务部门的交流转变为标准的流程化、可视化、公开化，形成 IT 服务于业务，支撑医院业务创新的良性循环。

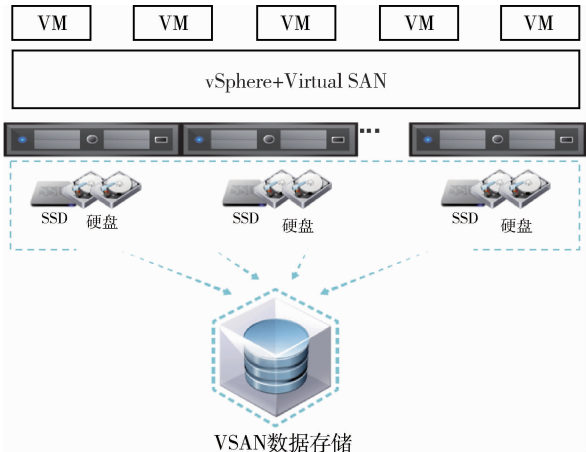


图 2 超融合数据中心架构

3.4 混合云无缝延伸

云服务管理平台可统一管理异构的虚拟化架构

和云服务平台，包括亚马逊云服务（AWS）、微软云服务（Azure）和 OpenStack 平台及天翼云平台，使医院可根据需要在选择相应公有云服务的同时，通过统一管理和安全可靠的网络虚拟化技术仍保持全面的管控，借助公有云的高性价比和按需申请使用、灵活扩展的特性来完善医院的医疗云服务能力，信息技术部门可更轻松构建和维护私有云和混合云，同时开发人员可更便捷地利用私有云进行创新。

4 应用效果

4.1 平台快速上线

同济大学附属同济医院上线的平台基于超融合架构的基础架构包含 4 个计算节点，所有的虚拟化系统平台是内置的，工程师只需配置相关网络接入信息，便可在 1~2 小时内，提供包括计算和存储在内数据中心的基础架构服务，而按传统的方式部署 4 节点的服务器 + 存储基础架构，至少需要 3~5 天。

4.2 应用前后性能对比

评估超融合架构的性能，模拟用户常用使用场景，使用 IO Meter 存储性能测试软件来测试相关性指标，见表 1。根据评测环境及评测方法得到测试结果，见表 2。

表 1 超融合架构评测环境及评测方法

项目	说明
评测软件	VMware vSphere 6.0 (3617395) VMware vCenter 6.0 (3634794) IOMeter 1.1.0 Windows Server 2008 R2
评测方法	使用两个 Windows200k R2 操作系统的 VM，每个 VM 配置 8 个 8G 大小的虚拟磁盘，每个磁盘一个 Worker，使用 IOMeter 测试超融合架构系统的如下性能指标：IO 吞吐量；每秒 IO 次数；磁盘读写时延；CPU 负载；测试场景：100% 读、80% 随机，4K；读 70% 写 30%、30% 随机，4K；读 70% 写 30%、30% 随机，8K；读 70% 写 30%、30% 随机，64K

表 2 超融合架构评测结果

测试场景	虚拟机	IOPS	带宽（MB）	磁盘延迟（ms）	CPU 使用率（%）
100% 读，80% 随机，4K	WIN - 20 08 - 1	50 732	208	2. 52	38. 77
	WIN - 20 08 - 2	68 398	280	1. 87	43. 99
70% 读，30% 写，30% 随机，4K	WIN - 20 08 - 1	32 392	133	3. 95	21. 49
	WIN - 20 08 - 2	27 460	112	4. 66	15. 55
70% 读，30% 写，30% 随机，8K	WIN - 20 08 - 1	18 503	152	3. 46	11. 21
	WIN - 20 08 - 2	16 830	138	3. 80	10. 07
70% 读，30% 写，64K	WIN - 20 08 - 1	6 345	416	10. 09	5. 51
	WIN - 20 08 - 2	6 129	402	10. 44	5. 236

评测结果表明基于分布式存储的超融合架构在 IOPS、带宽、存储延迟和 CPU 占用率指标项都有优异的性能表现。性能结果对比发现整体超融合基础架构能够提供非常好的存储 I/O 性能，为上层的包括医院核心应用在内的各种医疗业务应用系统提供良好的平台支撑。

4.3 便捷的自动化云服务

医院全新信息集成应用平台的独立软件开发商开发测试团队无需医院 IT 运维管理部门人员的人工参与，通过云服务平台自助式服务门户的基础架构服务目录，自主申请就可立即获得所需应用开发和测试环境，极大提升医院信息集成应用平台及相关新业务应用系统的开发上线进度。自助式服务和传统方式手工部署评测结果对比，见表 3。

表 3 部署评测结果对比

部署场景	自助服务	传统人工
单个虚拟机裸机部署	10 分钟	1 小时
单个桌面 + 常用办公软件	10 分钟	4 小时
单个服务器 + 中间件 + 数据库环境	15 分钟	1 天
典型的 3 层业务应用系统	1 小时	2 ~ 3 天

5 讨论

5.1 安全防护

二期建设中将着重安全能力建设，通过网络虚拟化和安全产品组件将数据中心的安全管理提高到

全新的高度，在每台主机上可自动部署相关的防火墙策略，且该策略可随着医疗业务应用虚拟机的移动而自动追随虚拟机。业务流量无须到边界的硬件防火墙即可知道是否被允许，可便捷容易地实现真正的“零信任关系”。另外传统的防火墙策略只能使用 IP、端口和服务等，而软件定义的网络虚拟化安全组件提供的分布式防火墙则可使用虚拟化环境下的所有颗粒度，包括数据中心、集群、资源池、虚拟机名、虚网卡名、逻辑交换机及各种正则表达式组合等，从根本上改变医院云数据中心的安全架构设计。

5.2 移动应用

在现有已部署使用的移动终端设备管理基础上，配合新的移动应用业务开发上线，进行移动应用的统一安全管理和发布，提高全院移动医疗服务能力，切实保护好患者的隐私。

6 结语

随着医疗数据的不断增长，数据安全存储成为很多医院最为关注的焦点。建立数据中心实现人工智能在医疗领域的应用，也将成为越来越多医院管理者首要考虑的问题。超融合基础架构是将虚拟化计算和存储整合到同一个系统平台上，可很便捷地扩展数据中心的容量。超融合基础架构存储发展将会成为数据中心建设的主要趋势，将为医院安全存储、管理和应用等多方面起到极为重要的作用。

（下转第 50 页）

总结基于词汇和基于句法的分析结果, PDQ 在面向不同对象的资源建设过程中, 在专业版词汇中加入了更多的术语量, 尤其是 UMLS 术语, 而公众版的面向公众的术语量略高于专业版, 且难度分数偏低; 专业版的句子数偏高, 平均句子长度与公众版无明显差异; 专业版中的专有名词数显著高于公众版, 动词数则显著低于公众版。说明 PDQ 的专业版到公众版的转化, 一方面考虑到术语的表现形式, 另一方面在句法上也做了一定调整。

4 结语

本研究以癌症综合信息库 PDQ 为研究对象, 从语言学特征角度解析医学指南知识库在面向患者教育目标时, 基于面向医师版的知识库作出的调整。基于 OAC CHV 词典和基于句法分析的统计分析对比结果表明, 面向患者的公众版使用较多的消费者词汇且难度分数偏低, 篇幅较专业版显著降低, 专有名词量偏低且动词原形量偏高。说明从语言学角度, 面向患者与面向医师的知识库具有显著的统计差异, 可供国内面向患者的指南类知识库建设提供借鉴。结合前期基于结构的研究成果, 发现在 PDQ 中存在很多类似含义却表达不一致的语句, 这些平行语句可构成很好的转化示范, 在未来的工作中, 将进一步通过语义相似度比对, 构建平行语料库, 供知识库建设参考或更深层次的语言学分析, 例如依存句法分析等。

参考文献

- 1 Lawler F H, Viviani N. Patient and Physician Perspectives

(上接第 29 页)

参考文献

- 1 赵禹. 利用虚拟化技术瘦身医院 IT 系统 [J]. 中国管理信息化, 2017, 20 (5): 142 - 144.
- 2 李先锋, 王凯芸, 吕强, 等. 三甲医院虚拟化技术的应用与实践 [J]. 中国医院, 2012, 16 (2): 12 - 14.
- 3 张钧, 於煌, 王相峰, 等. 基于 VMware 虚拟化技术的

- Regarding Treatment of Diabetes: compliance with practice guidelines [J]. Journal of Family Practice, 1997, 44 (4): 369 - 373.
- 2 Lehnbohm E C, McLachlan A J, Brien J E. A Qualitative Study of Swedes' Opinions about Shared Electronic Health Records [J]. Stud Health Technol Inform, 2013, (192): 3 - 7.
- 3 GMC - UK. Good Medical Practice [EB/OL]. [2016 - 12 - 25]. https://www.gmc-uk.org/guidance/good_medical_practice.asp.
- 4 PDQ. PDQ XML Specification Document [EB/OL]. [2016 - 12 - 25]. <http://www.cancer.gov/cancertopics/pdq>.
- 5 Manrow R E, Beckwith M, Johnson L E. NCI's Physician Data Query (PDQ®) Cancer Information Summaries: History, Editorial Processes, Influence, and Reach [J]. J Canc Educ, 2014, 29 (1): 198 - 205.
- 6 李楠, 姚亮, 吴琼芳, 等. 2012 - 2013 年中国大陆期刊发表临床实践指南质量评价 [J]. 中国循证医学杂志, 2015, 15 (3): 259 - 263.
- 7 林夏, 杨克虎, 陈耀龙, 等. 中国临床实践指南的现状与思考 [J]. 中国循证医学杂志, 2017, 17 (5): 497 - 500.
- 8 Peters P, Smith A, Funk Y, et al. Language, Terminology and the Readability of Online Cancer Information [J]. Medical Humanities, 2015, 42 (1): 36 - 41.
- 9 孙月萍, 侯震, 侯丽, 等. 面向医师和患者的医学教育信息资源建设探讨 [J]. 中国医学教育技术, 2017, 31 (6): 655 - 657.
- 10 CHV. Consumer Health Vocabulary Initiative [EB/OL]. [2011 - 5 - 13]. <http://consumerhealthvocab.org/docs/README.pdf>.
- 11 De Marneffe M C, Maccartney B, Manning C D. Generating Typed Dependency Parses from Phrase Structure Parses [C]. Proc of LREC, 2006: 449 - 454.

医院信息化系统的实现 [J]. 中华医院管理杂志, 2013, 29 (2): 108 - 110.

- 4 宋好好. 云计算信息系统信息安全等级保护测评关键技术研究 [J]. 信息网络安全, 2015, 15 (9): 167 - 169.
- 5 钱朝阳, 陆明胜. 浅谈超融合基础架构 [J]. 数字技术与应用, 2016, 34 (9): 216 - 217, 220.