

P2P Cloud 混合网络基础上的远程医疗架构^{*}

邢 丹 姚俊明

(济宁医学院医学信息工程学院 日照 276826)

〔摘要〕 分析传统基于云计算的远程医疗架构存在的问题, 参考相关研究, 提出一种采用 P2P Cloud 混合网络的远程医疗架构, 阐述其架构特点及运行过程, 给出远程医疗中的几个应用实例。

〔关键词〕 P2P; 云; 远程医疗; 超级节点; 服务质量; 架构

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.04.008

Architecture of Telemedicine Based on P2P Cloud Hybrid Network XING Dan, YAO Jun-ming, School of Medical Information Engineering, Jining Medical University, Rizhao 276826, China

〔Abstract〕 The paper analyzes the problems existing in the architecture of traditional telemedicine based on cloud computing, puts forward a kind of telemedicine architecture that adopts Peer to Peer (P2P) Cloud hybrid network by referring to relevant researches, states the architecture characteristics and operation process, and provides several application cases of telemedicine.

〔Keywords〕 Peer to Peer (P2P); Cloud; Telemedicine; Supernode; Quality of service; Architecture

1 引言

远程医疗 (Telemedicine) 是以网络技术为基础并与传统的医疗技术相结合, 以远程方式开展的诊断、会诊、查房、手术示教与手术指导、多参数监护等医疗活动^[1]。由于远程医疗是基于多种高新技

术之上的医疗活动, 因此其架构也随着相关技术的发展而不断进步。传统远程医疗系统建设分散独立、规模较小、兼容性较差, 不能实现更大范围医疗资源共享, 而采用云计算技术较好地解决了系统弹性、扩展性、可靠性、系统效率、视频设备兼容和医疗机构间数据共享问题, 为各类医疗机构开展跨区域的远程医疗业务提供了系统支持^[2-6]。

云计算通过对服务器集群采用虚拟化技术, 将多源异构数据存储在云数据中心, 云服务大多从云服务运营商租用, 由运营商负责维护、保障安全和服务质量。但完全依赖云服务器集群提供服务的模式导致原有健康医疗机构信息化建设的基础设施处于闲置或浪费状态; 同时随着云中接入用户增多, 集中式架构常造成云服务器中的网络流量拥塞、系统安全性差、用户保密和隐私的问题, 导致服务质量要求较高的远程医疗业务无法满足需求。因此如

〔修回日期〕 2016-12-23

〔作者简介〕 邢丹, 讲师, 发表论文 6 篇; 姚俊明, 讲师, 硕士, 发表论文 5 篇。

〔基金项目〕 济宁医学院青年基金“基于 P2P 的物联网资源发现机制的研究” (项目编号: JYQ2011KM034); 济宁医学院博士科研基金 (项目编号: JY2015BS20); 济宁医学院校级教育科学研究课题 (项目编号 16032); 济宁医学院教育信息化试点课题 (项目编号: 35)。

何充分利用现有的网络条件和已有系统资源,支持系统平滑升级和扩容,发挥云计算的优势,为远程医疗业务提供高质量服务和安全性的保证,是远程医疗系统设计者和使用者需要考虑的重要课题。

相关研究^[7-10]提出将对等技术与云存储相结合的系统,实践表明,构建于结构化 P2P 拓扑之上的可扩展云能够分担沉重的存储负载,避免中心服务器造成的性能瓶颈问题^[11-14]。P2P 网络是一种逻辑网络,节点间通过虚拟链路连接,能够充分利用闲散资源,不需要大规模改变现有网络架构就能提供更为可靠、容错性更好的服务。因此本研究通过将现有网络和健康医疗原有的基础设施、家用计算机的计算资源、移动设备等组成 P2P Cloud 混合网络,区分计算的复杂性,将轻量级任务在对等网内完成,将计算复杂性高的任务在云内完成,既缓解云服务器压力,又能够有效避免单点失效问题;同时为了解决系统安全、保密和认证隐私问题,采用区分普通数据和敏感数据分别存储的策略。

2 基于 P2P Cloud 混合网络的远程医疗架构

2.1 计算架构

2.1.1 架构图 传统的云计算模式采用虚拟技术在地理概念上将大量的服务器置于局域网环境中并互相连接,再通过门户主服务器对外统一提供服务,这种数据的集中管理方式应用到远程医疗业务中,会造成医疗机构的设备、服务器、家用计算机等无法充分利用资源,如果将现有的资源和云计算进行整合,则可以解决远程医疗中的传输延时、提高带宽利用率及保证服务质量,可避免单点失效问题。虽然移动云计算承诺无处不在,拥有丰富的应用程序和移动终端,利用其强大的计算资源可降低成本,但是在一个具有移动终端的医疗云中,还未解决移动设备的方便、通用性强、效率高和强大云服务之间的有效融合。移动设备不是为数据或计算密集型任务而设计的,将所有原始数据均传输给远程云服务器,通信开销会造成昂贵的能源消耗和传输延迟,影响实时应用,因此需要一个可以分配到多个执行点的架构模式。本文提出基于 P2P 和云存

储的远程医疗系统,其网络拓扑结构包括一组客户端组成的对等网和云服务器,见图 1。

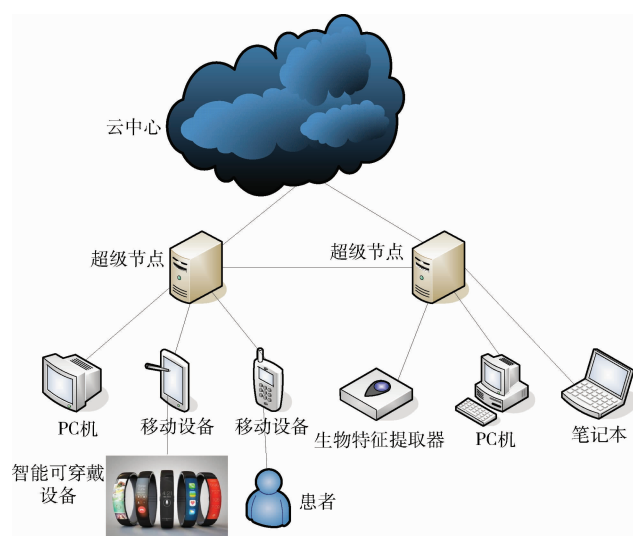


图 1 P2P Cloud 混合网络远程医疗架构

2.1.2 特点 P2P 网络是由超级节点和普通节点构成的簇,选取存储空间大、计算能力强、连接带宽大的客户端作为超级节点,存储管理整个 P2P 内部网的所有元数据和用户的敏感隐私数据,为普通节点提供资源查询,以及客户端向服务器上传数据时的缓冲,代理客户端向云服务器提出的文件服务请求,以减轻云服务器的负载压力。由于用户的搜索查询是基于本地的 P2P 网络,不用与云端通信,因此可以降低云端的通信压力(因为云端管理着成千上万客户数据,大量的并发查询或其他操作容易造成网络拥堵),使云端从繁重的数据业务中解脱出来。常规的轻量级诊断任务在簇内的超级节点上计算;对计算密集型的任务,如训练程序使用机器学习算法,在云服务器上进行计算。整个网络是分布式的 P2P 网络,多个超级节点之间组成一个非结构化 P2P 网络,通过洪泛进行转发查询请求。普通节点数据包含原有的医疗数据或由智能可穿戴设备、医疗检验设备产生,可穿戴设备将患者监测的一组生理信号和处理引擎部署在移动设备上,各种设备将数据传输到本地超级节点服务器上。区别于传统的云服务器,云端没有对用户数据的完全控制权限,如云端不能对存储在 P2P 网络中的数据进行删除、修改、存储等,并且云端不需要提供对数据

的查询功能,该搜索查询功能被移到 P2P 网络结构的用户端。

2.1.3 适用性 这种 P2P Cloud 混合架构可充分利用医疗或患者家中的计算资源,在设备和云服务器之间插入一个中间层,以尽量减少响应时间,允许区分计算的复杂性和计算资源配置,降低云服务器端用户访问权限,保护用户的隐私信息,保障远程医疗系统的安全性,其适用于中等规模任务的解决,避免传输延迟或传输到远程云中不必要的开销。混合移动云架构可以减轻网络攻击,当云中断发生时,分布式的 P2P 计算资源可完成数据处理任务。

2.2 运行过程描述

在 P2P Cloud 混合架构中,远程医疗教育、健康咨询等流媒体视频、存储容量巨大的影像资料等普通文件被存储在云端,敏感数据或个人隐私信息等数据存储在 P2P 内部网络中,如电子病历、诊断报告等,但所有数据的元数据都由内部 P2P 网维护。客户端向 P2P 混合云存储文件具体过程^[9]如下:(1)当存储文件为普通文件时,客户端将请求信息发送给组织内部 P2P 网络的超级节点,超级节点维护文件的元数据,如文件名、大小、访问权限、存储位置等信息,再根据路由算法将数据发送到云服务器,若存储的文件不存在,则根据创建者的权限进行操作,若成功则会为文件创建一个记录,否则会让客户端抛出异常。若返回成功信息,则管理节点通知用户开始上传文件到云端。(2)当存储文件为隐私和保密文件时,需将其存储在内部 P2P 网络。首先客户端向内部 P2P 网络的超级节点发送请求信息,超级节点判断要创建的文件不存在且具有访问权限,会为文件创建一个记录,否则会让客户端抛出异常。超级节点向客户端返回成功信息后,上客户端准备上传文件。同样地,客户端从云存储平台下载或查询文件,首先需要向内部 P2P 网络的超级节点提交请求信息,超级节点收到请求信息后先检查请求者是否具有操作权限,之后再返回请求成功或失败信息。若用户请求读取(下载)的文件存储云端,则在获取操作权限后可以直接从

云服务器端下载;若用户请求读取(下载)的文件存储在内部 P2P 网络中,则直到文件的所有块都读取完成,该文件下载成功,向超级节点报告成功下载所有文件块的信息。

2.3 应用场景

2.3.1 场景 1 将区域医院的 MRI、CT、X 线、DSA 以及超声、内镜、病理等影像资料归档集成到云端的影像存储与传输系统(Picture Archiving and Communication System, PACS)数据中心。具体远程会诊流程如下:(1)需要远程会诊的基层协作医院首先发送上传检查影像及相关临床资料等请求。(2)本地 P2P 网络超级节点检查区分普通和敏感文件,维护该文件的元数据(如文件名、大小、各个用户拥有的权限等信息),将敏感文件存储在本地,将其余影像资料归档通过 DICOM3.0 协议存储在云服务器中。(3)影像学专家待会诊时,登录系统后,点击查看影像资料,资料从 P2P 云存储平台下载或查询文件,具体流程如 2.2 中所述。

2.3.2 场景 2 远程救护车上的急救患者。救护车上患者的心电图^[15-16]以 XML 格式生成报告上传到内部 P2P 对等网的节点 PACS,对等网内部的医院临床医生可以通过 PACS 与医院信息系统解释心电图,不需访问云端。此外,异地的心脏病专家通过手机连接到云端的心电图数据库进行远程诊断。心电图中除去报告中的敏感信息外,城市医院的异构心电图资料、农村诊所和救护车可以传输和存储心电图的文件,以统一的文件结构存储在云服务器中。临床医生可以使用云计算中的心电图记录或作为临床心电图继续教育的电子学习材料。

3 结语

将 P2P 和云存储混合式网络架构运用到远程医疗业务中,充分考虑到医疗行业对服务质量、安全性和用户隐私要求的独特性,也符合原有医疗信息化建设的现状,充分融合二者的优点,是未来解决医疗行业相似问题的突破口。但是基于云的远程医疗系统包括高度复杂的网络,不同的供应商设计和

开发的软件遵循不同的标准或协议,由此集成来自不同远程医疗设备的健康数据有一定难度。因此,亟需新标准解决互操作性的问题,为医疗行业提供更好的服务。此外,对于 P2P Cloud 混合网络,如何既保证远程医疗流媒体视频等文件的服务质量,又要兼顾安全和网络性能,也是未来的研究热点^[17-18]。

参考文献

- 1 韩素芳,刘文强,姜昕明. 云模式远程医疗服务平台设计 [J]. 信息技术与标准化, 2014, (4): 21-23.
- 2 肖树发,肖兴政,韩素芳. 湖北省远程医疗服务平台架构设计与实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2015, 12 (4): 397-399.
- 3 曹朝轮,唐晓梅,武召弟. 基于云计算的远程医疗系统软件设计 [J]. 电子技术与软件工程, 2014, (17): 89-90.
- 4 Weider DY, Bhagwat R. Modeling Emergency and Telemedicine Health Support System: a service oriented architecture approach using cloud computing [J]. International Journal of E-Health and Medical Communications, 2011, 2 (3): 63-88.
- 5 高星,胡红濮,秦盼盼. 美国远程医疗发展的经验和启示 [J]. 中国数字医学, 2016, (10): 68-70.
- 6 田生文. 基础设施感知的覆盖网络构建理论研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2015.
- 7 Xu H, Shi Y, Liu Y, et al. Integration of Cloud Computing and P2P: a future storage infrastructure [C]. 2012 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering (ICQR2MSE), 2012: 1489-1492.
- 8 周逸玮. 基于云存储和 P2P 的资料同步分享系统网络技术研究 [D]. 合肥: 安徽大学, 2015.
- 9 周会祥,温巧燕. 基于 P2P 技术的混合云存储模型 [J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2012, 40 (S1): 87-91.
- 10 徐小龙,龚培培,章韵,等. 一种基于移动 Agent 的云端 (Cloud-P2P) 数据复合销毁机制 [J]. 计算机科学, 2015, 42 (10): 138-179.
- 11 Chen G, Hu T, Jiang D, et al. BestPeer++: a peer-to-peer based large-scale dataprocessing platform [C]. Washington DC: Proceedings of the IEEE 28th International Conference on Data Engineering (ICDE), 2012: 582-593.
- 12 Zhao P, Huang T, Liu C, et al. Research of P2P Architecture Based on Cloud Computing [C]. 2010 International Conference on Intelligent Computing and Integrated Systems (ICISS), 2010.
- 13 徐小龙,李硕,顾厉森,等. 基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云模型 [J]. 计算机应用研究, 2014, 31 (2): 408-410.
- 14 Chung K, Park RC. P2P Cloud Network Services for IoT Based Disaster Situations Information [J]. Peer-To-Peer Networking and Applications, 2016, 9 (3): 566-577.
- 15 Wang XL, Gui Q, Liu BW, et al. Enabling Smart Personalized Healthcare: a hybrid mobile-cloud approach for ECG telemonitoring [J]. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2014, 18 (3): 739-741.
- 16 Hsieh J, Hsu MW. A Cloud Computing Based 12-lead ECG Telemedicine Service [J]. BMC Medical Informatics and Decision Making, 2012, 12 (1): 77.
- 17 Thomas N, Thomas M, Chandrasekaran K. Multimedia Streaming using Cloud-Based P2P Systems [J]. Procedia Computer Science, 2015, 57: 25-32.
- 18 Rocha V, Kon F, Cobe R, et al. A Hybrid Cloud-P2P Architecture for Multimedia Information Retrieval on VoD services [J]. Computing, 2016, 98 (1): 73-92.