

基于 CORS 位置云服务的高并发技术研究

刘文建¹, 邓思胜¹, 丁华祥¹, 陈敬¹, 贺喜²

(1. 广东省国土资源测绘院, 广东 广州 510500;

2. 武汉大学, 湖北 武汉 430079)

摘 要: 针对公众的高精度位置服务需求与 CORS 高精度定位一直局限于极少数行业(如控制、测图等)的矛盾问题, 融合物联网、云计算、大数据等技术, 探索基于 CORS 的位置服务云平台架构设计及 CORS 高精度、高并发技术方案。通过构建格网化的高精度位置差分池, 实现了高精度、高并发的位置云服务。搭建的 Demo 云平台服务测试表明: 系统运维效率提高 2.6 倍以上, 有效用户并发量达 5 万以上, CORS 云服务的网络 RTK/RTD 成果服务精度无损。

关键词: CORS; 位置服务; 高并发; 差分池

中图分类号: P228.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-2307(2018)04-0067-06

0 引 言

近年来, 随着卫星导航定位系统^[1-2]连续运行参考站(CORS)、移动互联网^[3-4]、物联网^[5]、云计算^[6-8]、大数据^[9-11]、人工智能^[5, 12]等技术的快速发展, 位置服务^[13]已逐渐渗透到社会生活的各个方面。人们不仅对位置服务的依赖性日益增强, 而且对位置服务的广度、深度和精度要求也不断提高。面向广阔的高精度应用领域、市场需求和日益高速增长的位置数据及服务请求, 研发高精度位置服务开放云平台和提供 CORS 云服务, 将是高精度位置服务产业信息化建设的重点和主流, 高精度位置云服务势必在国民经济和生产技术革新中发挥着愈发重要的作用。

为满足国家、行业、大众对高精度位置服务的需求, 依托现有 CORS 系统的实时高精度(1 米级/分米级/厘米级)服务, 研究 CORS 云服务的架构设计、高并发服务实现及 CORS 云服务环境搭建等关键技术, 开展 CORS 位置云服务建设, 可极大地拓展现有 CORS 的应用服务领域。

1 CORS 云服务架构设计

根据现有云服务的概念及范畴, 基于 CORS 位置云服务的架构设计, 主要从基础设施服务层、平台服务层、软件服务层三个层面进行设计, 如图 1 所示。

基础设施即服务层(IaaS): 提供统一的硬件资源环境和维护基础设施、统一计算、存储及通信网络资源、形成资源池, 承载各类业务模块的运行、实现海量用户访问、高并发、高可用、可方便维护、可快速扩展、开放的集群计算资源管理。该层使用成熟的虚拟化技术(如 ESXi), 对底层硬件进行虚拟化, 构建虚拟化资源池, 使用国际化商用成熟的虚拟化软件(如 vmware)及云管理系统进行统一管理和调度, 完成云服务基础设施层的搭建。

平台即服务层(PaaS): 提供高精度 CORS 系统位置服务平台的基础软件环境, 包括数据库系统、消息系统、应用服务器(Tomcat/IIS)、GPS 系统平台和北斗 CORS 系统平台及高精度位置服务大数据平台等。该层将 CORS 系统资源、CORS

收稿日期: 2018-05-03

资助项目: 广东省国土资源厅科研专项(编号: GDGTKJ2017003)

通信作者: 刘文建 E-mail: 13760625230@126.com

系统服务软件、数据库系统集群、应用服务器 (Tomcat/IIS) 等进行统一管理、整合及自动化安

装部署,为用户提供米级、亚米级、厘米级及毫米级的高精度定位服务建立平台支撑。

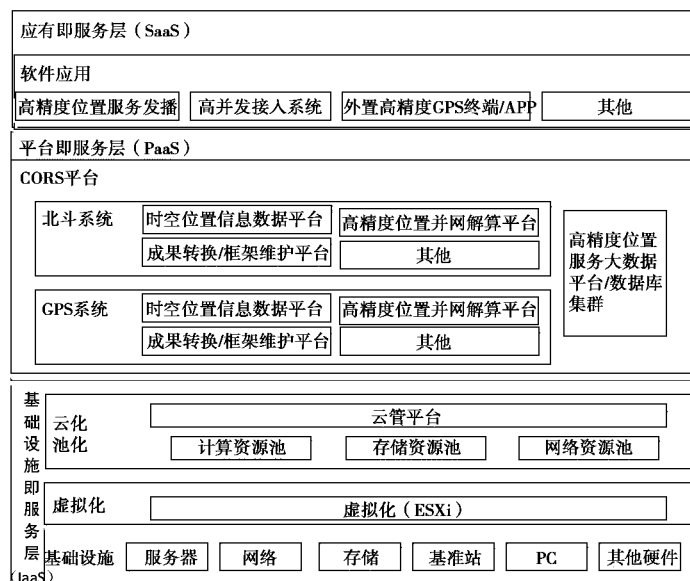


图 1 CORS 位置云服务总体架构示意图

软件即服务层(SaaS):对海量用户终端和应用提供服务,满足高并发、大规模接入、认证服务。软件服务层主要包括应用服务、位置服务。位置服务包括北斗/GPS 高精度定位服务、坐标转换服务等;应用服务包括用户位置数据服务,第三方应用系统服务及其他服务等。该层基于 PaaS 提供的云服务及服务组合,构建各种业务应用框架。基于应用框架,面向大众提供米级、亚米级、厘米级及毫米级等不同精度定位服务应用。

2 高并发设计

现有 CORS 高精度位置服务系统软件,主要

关注于虚拟参考站的生成算法及实现,仅支持几百、几千用户终端的同时在线并发量,而对基于 CORS 提供的大规模应用,首先面临的是用户并发量问题。

2.1 高并发总体解决方案

在进行高并发设计时,为了避开研发时间长、投资耗费大的虚拟参考站的生成算法及实现,充分利用现有 CORS 服务软件生成虚拟参考站,引入格网化^[14]、差分池^[15]和中间代理的概念进行总体的架构设计,如图 2 所示。

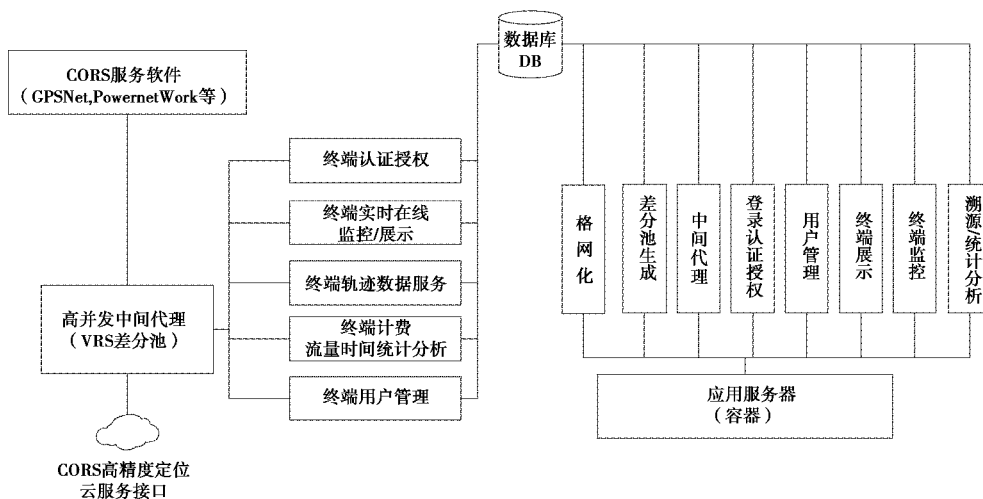


图 2 CORS 高精度云高并发总体架构示意图

高精度位置服务用户终端,通过 Ntrip 协议接入到高并发中间代理;待用户通过 Ntrip 协议认证通过后,接入到该代理格网化的虚拟参考站差分池;根据用户终端 GPGGA 中的概略位置获取格网差分池内设定距离范围内最近的虚拟参考站电文;用户终端获得差分电文数据后通过短基线解算,获取自身高精度定位。格网化技术分为静态格网化和动态“格网化”(数据分享模式)。

静态格网化。根据预先设定的格网间距(如 5 km),生成格网点,根据格网点的位置模拟 Ntrip 协议的用户终端接入 CORS 服务解算软件获取 RTCM 电文,生成差分池,待格网区域内用户终端接入后,向其提供最近的虚拟参考站 RTCM 电文,从而使用户终端获取 CORS 高精度定位。

动态“格网化”(数据分享模式)。不需要预先按一定距离间隔设定格网,而是在用户通过中间代理接入 CORS 服务软件获取差分数据时,将该用户位置的虚拟参考站数据进行分享形成差分池,待该用户附近限定距离范围内其他用户终端接入获取差分数据时,将该虚拟参考站差分数据发播给用户终端,用户终端不需接入 CORS 服务解算软件,从而获取自身高精度定位。

CORS 高并发架构设计后的数据流程图,如图 3 所示。基准站的卫星观测数据通过网络实时传输至 CORS 中心分流服务器,分流服务器将观测数据转发至差分服务器完成解算,供高并发处理软件格网化生成差分池。

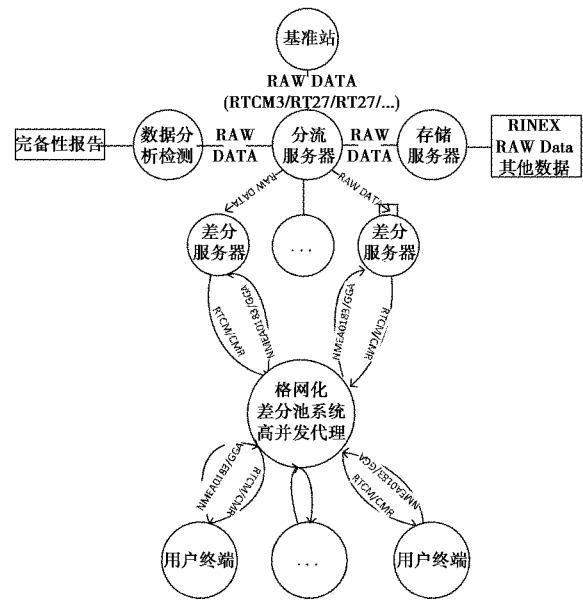


图 3 CORS 高并发数据流程图

2.2 高并发实现

为突破上万级别以上的并发量的请求、响应及成果服务,在具体实现上,使用 Dubbo 框架。Dubbo 是一个分布式服务框架,以及 SOA 治理方案。其功能主要包括:高性能 NIO 通讯及多协议集成,服务动态寻址与路由,软负载均衡与容错,依赖分析与降级等。在远程通信和信息交换上继承了当前主流的网络通信框架,如 Mina、Netty 和 Grizzly 等,具有良好的代理、软负载均衡及高并发通信能力,如图 4 所示。

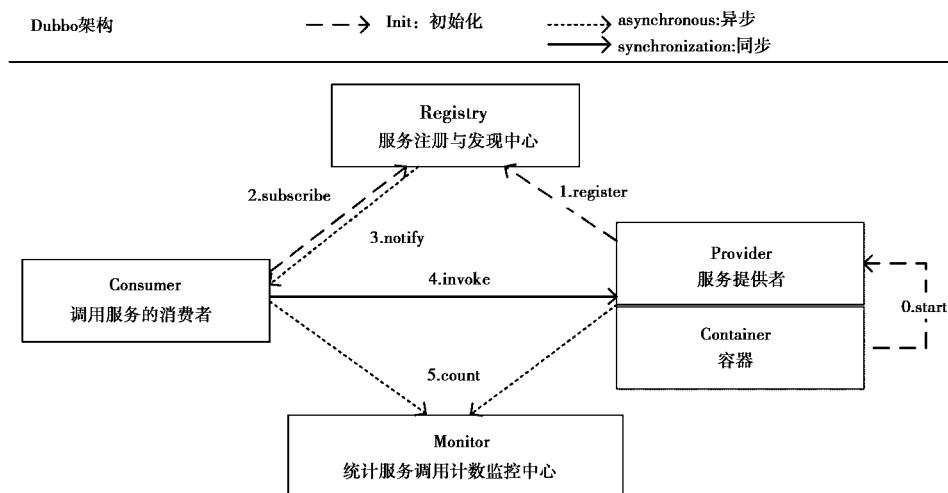


图 4 基于 Dubbo 框架高并发技术示意图(摘自: <http://dubbo.apache.org/>)

基于 Dubbo 框架角色划分功能,通过使用容器和模块封装集成方式,实现 CORS 云服务高并发接入技术,具体流程如下。

0. 将格网化、差分生成池、认证授权、转发代理、用户管理、终端展示/监控等各模块服务提供者,封装集成于服务容器中,服务容器负责启动、加载、运行服务提供者;

1. 在服务容器启动这些封装的模块程序(服务提供者)时,向服务注册与发现中心注册各自提供的服务;

2. 用户终端或客户端(服务消费者)在启动后,通过 Ntrip 协议向注册中心订阅自己所需的服务,如果未订阅到相关服务,则不断尝试订阅;

3. 注册中心收到用户终端的注册请求后,返回用户终端定制的服务类型及服务提供者地址列表给相关用户终端或客户端(服务消费者);

4. 将服务基于 CORS 云平台的云化设施进行集群化部署,用户终端或客户端(服务消费者),从众多提供者地址列表中,基于软负载均衡算法,选一台提供者进行调用,如果调用失败,再选另一台调用,这一过程对用户终端或客户端(服务消费者)

是完全透明的;

5. 服务消费者和提供者,在内存中累计调用次数和调用时间,定时每分钟发送一次统计数据到监控中心,监控中心 Monitor 在整个架构中是可选的,且 Monitor 挂掉并不会影响整个服务的调用。

3 CORS 云服务环境构建

CORS 云服务 Demo 环境包括硬件环境和软件环境。硬件环境主要由 3 台联想 ThinkSystem SR650 服务器,1 台联想 ThinkSystem DS2200 存储阵列及 1 台 8 光纤口 10Gbps+48 口千兆电口的 H3C 交换机组成,搭建计算资源池有 60 个 2.2 GHz 的 vCPU,内存资源池有 384 GB 的内存容量,存储资源池有 12 TB 的存储。软件环境主要由虚拟化套件、CORS 服务软件、数据库、操作系统、应用服务器、负载均衡、中间代理等组成。

为充分与广东省 CORS 系统现有 CORS 服务相融合,同时不影响 CORS 现有服务。通过核心交换机 10 Gbps 的光纤接口,接入到核心业务网交换机,通过划分 VLAN 实现业务数据流互通。Demo 版 CORS 云服务如图 5 所示。

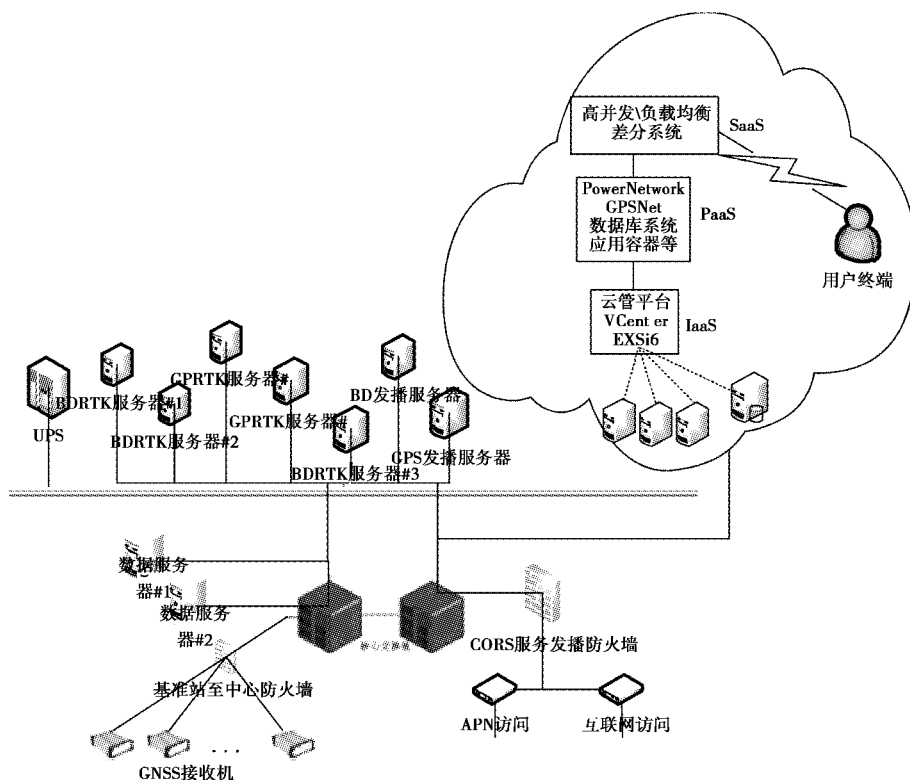


图 5 CORS Demo 云实验服务体系架构示意图

用户通过无线 SIM 卡网络进入到高并发接入系统,经基于 Ntrip 协议的用户认证后,根据用户自身的概率位置,进入差分池系统,根据距离获取最近的差分数据,从而定位出自身的精确位置坐标。

基于云平台的 CORS 云服务,弹性计算能力强,资源申请、释放、回收灵活,部署实施效率高,测试模式灵活多变。

4 测试分析

基于 CORS Demo 基础云平台架构,在不改变现有 CORS 软件架构体系下,进行应用服务层上大规模用户接入的测试研究。以云化服务的软硬件与传统服务(云化前)的软硬件进行对比,以 1 个工作人员,操作同样数量、同样系统、部署相同应用及数量的物理主机进行测试。测试结果如表 1 所示。

表 1 云化前后系统运维效率表

序号	服务器 (台)	软件应用数量 (个)	时间/h	
			云化前	云化后
1	3	5	12	4.5

从表 3 可见云化后的运维效率显著提高,且随着物理主机和应用的同等增加,云化前的系统运维耗时约为: $4n$ (n 为物理主机数量),云化后的运维耗时约为: $n+1.5$,计量单位为小时。可见随着物理主机的增多,云化后的效率可提高近 4 倍。

在并发量方面,以单台虚拟主机 5 个 2.2 GHz 的 vCpu 核数,内存 16 GB 的容量为基本主机配置,内网环境测试成功获取 RTK/RTD 服务终端接入数 $\geq 50\,000$ 。在集群规模化部署后,在不考虑带宽因素,其接入并发数跟云平台资源可分配的基本主机数成正比,正比关系为: $\geq 50\,000\text{ m}$ (云平台资源池可分配的基本主机数为 m)。

在成果服务方面,在测试中选定 5 km 的格网密度,用户终端获取 CORS RTK/RTD 成果精度与 CORS 服务成果精度一样,因本高并发并未涉及 CORS RTK/RTD 网络算法,直接使用原 CORS 解算软件的差分结果。

5 结束语

为了破解大众高精度位置服务的需求和 CORS 高精度位置服务的用户局限间矛盾,在不增加 CORS 解算模型、算法及软件的开发成本基础上,基于格网、池化概念,探讨基于 CORS 位置云

服务的架构,高并发技术的实现,搭建的 Demo 云平台高并发内网环境测试结果表明,系统运维效率最高可提高至 4 倍,有效并发量达 5 万以上,成果精度无损。对于短时间内提升 CORS 的推广,应急大量用户的接入,具有一定的工程意义。

参考文献

- [1] 丰勇,郭义. GPS 连续运行参考站系统(CORS)原理及应用[J]. 内蒙古科技大学学报,2010,29(4):298-301.
- [2] 刘经南. GNSS 连续运行参考站网的下一代发展方向——地地地球空间信息智能传感网络[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2011,36(3):253-256,250.
- [3] 符静,张治中,陈粤龙. 移动互联网用户终端换机预测的研究与实现[J]. 计算机应用研究,2019(5):1-7.
- [4] 李德仁. 论“互联网+”天基信息服务[J]. 遥感学报,2016,20(5):708-715.
- [5] WILLIAMS H. 物联网 2018 年发展趋势:人工智能、安全和边缘解决方案[N]. 计算机世界,2018-01-22(004).
- [6] 施闯,章红平,辜声峰,等. 云定位技术及云定位服务平台[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2015,40(8):995-999.
- [7] 李德毅. 位置服务:接地气的云计算[N]. 中国信息化周报,2013-08-05(005).
- [8] 李德毅,张天雷,黄立威. 位置服务:接地气的云计算[J]. 电子学报,2014,42(4):786-790.
- [9] 李德仁,姚远,邵振峰. 智慧城市中的大数据[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2014,39(6):631-640.
- [10] 李德仁,马军,邵振峰. 论时空大数据及其应用[J]. 卫星应用,2015(9):7-11.
- [11] 李德仁. 展望大数据时代的地球空间信息学[J]. 测绘学报,2016,45(4):379-384.
- [12] 牛汝辰,邓国臣. 展望智慧地球时代的测绘地理信息学——李德仁院士专访[J]. 测绘科学,2014,39(1):3-8.
- [13] 唐科萍,许方恒,沈才樑. 基于位置服务的研究综述[J]. 计算机应用研究,2012,29(12):4432-4436.
- [14] 胡伍生,聂文锋,高成发. 利用 CORS 进行格网化电离层 TEC 实时监测[J]. 东南大学学报(自然科学版),2013,43(S2):219-224.
- [15] 李鹤峰,秘金钟,党亚民,等. 基于 CORS 的多基准站 BDS/GPS 融合差分网定位性能分析[J]. 大地测量与地球动力学,2014,34(6):81-85.

作者简介

刘文建 (1980—),男,博士,高级工程师,主

要研究方向为 CORS 技术及其应用。

丁华祥 (1977—), 男, 教授级高级工程师, 主

邓思胜 (1975—), 男, 高级工程师, 主要从事
摄影测量、大地测量方面工作。

要从事摄影测量与 3S 集成技术研究工作。

High Currency Technology of Cloud Service Research Based on CORS Location Service

LIU Wenjian¹, DENG Sisheng¹, DING Huaxiang¹, CHEN Jing¹, HE Xi²

(1. Surveying And Mapping Institute Lands And Resource Department of Guangdong
Province, Guangzhou 510500, China; 2. Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: According to the contradiction between public requirements of high-precision location and the limited application of CORS high precision positioning such as surveying and mapping, the design of cloud platforms based on CORS location service, and high concurrent access were introduced, by integrating with internet of things, cloud computing, big data and artificial intelligence. A high precision location differential pool was constructed by grid transformation, so that high currency access and high precision position can be realized in cloud. The cloud platform service tests suggest that, the system operation efficiency increases at least 2.6 times, the number of current users achieves at least 50 thousand, and the internet RTK/RTD of CORS cloud service is non-destructive in precision.

Keywords: CORS; location service; high concurrency; differential pool

+++++
(上接第 41 页)

Monitoring Temporal and Spatial Variations of Ionospheric TEC Using GPS Measurements

KOU Ruixiong^{1,2}, LI Zhongqin^{1,2}, GAO Zhiyu^{1,2}

(1. Faculty of Geomatics, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;
2. Gansu Provincial Engineering Laboratory for National Geographic State Monitoring,
Lanzhou 730070, China)

Abstract: The study of the ionospheric temporal and spatial variations has important value for satellite navigation, aerospace and communications. In this paper, the GPS dual-frequency observation data provided by the IGS station are used to estimate the hardware delay of the GPS system by using the regional ionosphere model to calculate the total electron content of the absolute ionosphere. On the time scale, we select the data in 2012, 2015 and 2017 of COR1 station for time change analysis. The total ionospheric electron content shows diurnal, monthly and seasonal variations in time. In terms of space, four IGS stations, CRO1, BRMU, UNBJ, and QIKI, with small differences in longitude and uniform distribution in the latitude direction, are selected for analysis. The results show that there is an obvious unimodal effect in latitude direction, and the total electron content of the ionosphere shows a decreasing trend with increasing latitude.

Keywords: GPS; DCB; ionosphere TEC; temporal and spatial variations