

基于云架构的智能警务协同指挥系统研究与应用

王伟¹ 章民融²

¹(上海市公安局 上海 200042)

²(上海市计算技术研究所 上海 200040)

摘要 由于现代城市警务涉及范围广,技术上要求在终端上(包括移动终端)实现图像、语音和位置等信息的快速关联。针对立体化警力调配和扁平化协同指挥的信息化响应速度快等需求,通过对云计算、SIP、XMPP、HDFS 文件系统及人工智能等技术研究,提出了警务云架构模型。采用改进的异步 Web Server 和 PHP 等方法,实现海量多元异构数据云存储、各类跨平台终端统一接入和人工智能指挥辅助决策等应用。应用结果表明,基于云架构的智能警务协同指挥系统可极大提高信息存储量、查询效率以及网络带宽的利用率,满足现代城市警务的实战要求。

关键词 云存储 警务协同指挥系统 Hadoop 分布式文件系统 超文本预处理器 知识系统

中图分类号 TP3 文献标识码 A DOI:10.3969/j.issn.1000-386x.2014.08.017

RESEARCH AND APPLICATION OF CLOUD ARCHITECTURE-BASED INTELLIGENT COLLABORATIVE POLICING COMMAND SYSTEM

Wang Wei¹ Zhang Minrong²

¹(Shanghai Public Security Bureau, Shanghai 200042, China)

²(Shanghai Institute of Computing Technology, Shanghai 200040, China)

Abstract Modern city policing works are wide-ranging, technically they require the implementation of fast information association in regard to images, voices, locations, etc. on terminals (and mobile terminals). Because of these, targeted at the demand of fast informatisation responding in three-dimensional policing deployment and flat collaborative command, we propose the model of policing cloud architecture through the study on the technologies of cloud computing, SIP, XMPP, HDFS file system and artificial intelligence, etc. The system adopts the improved asynchronous Web server and the PHP technologies, implements the applied demands of massive multiple heterogeneous data cloud storage, all kinds of unified cross-platform terminal access and artificial intelligence command auxiliary decision-making and so on. Shown by the application results, the cloud architecture-based intelligent collaborative policing command system can greatly improve the information storage capacity, query efficiency and the utilisation rate of the network bandwidth, and can satisfy the practical requirements of the modern city policing work.

Keywords Cloud storage Collaborative policing command system Hadoop distributed file system Hypertext preprocessor Knowledge system

0 引言

随着社会、经济和科学技术不断发展以及城市化进程的加速,构建新型城市公共治安防控体系是目前国内外警务研究领域的重点课题。该防控体系中的现代城市警务协同指挥涉及水上、地下、陆地和天空等地域范围,具有警种多类、业务面广、海量数据和即时响应等特点要求^[1]。为满足协同作战、多通信手段集成和多系统协同等的实战要求,需要在业务上实现智能视频监控目标检测与跟踪,在技术上实现终端(包括移动终端)的图像、语音和位置信息等的快速关联,从而为立体化警力调配和扁平化协同指挥提供有效的技术支撑、决策辅助和业务作业指导。

目前公安系统已初步完成了各种现代通信与信息系统建

设,具体有 110 电话接处警、基础防范、情报信息、视频监控、无线通信集群、GPS 定位系统、网络管控、打击整治、区域协防、远近期信息查询比对库、道路交通、出入区域管辖和卡口等系统。由于各系统建设的时间和技术等存有差异且自成体系,未考虑实战时系统间协同联动的技术接口,最突出的问题是 N 种技术系统处于“扁平”等级,造成系统间的互相联通复杂度为 $(N; N-1)$,而当需要新增一套系统装备时,互联互通接口复杂度将变成 $\{(N+1):(N)\}$ 的几何级增长,如何降低各系统之间的互联互通成本,将系统互联复杂度降为 $(1:N)$ 可以大大提高协同指挥效率^[2]。

收稿日期:2013-12-29。国家“十一五”科技支撑计划基金项目(2008BAH23B07-009)。王伟,高工,主研领域:计算机应用,大型数据库,移动通信。章民融,教授级高工。

为此需要有一个警务公共服务平台,能够帮助各警种用户随时随地的上传各类警务信息,同时实时获取所需的信息,并且能够在协同作战时交流情报、听取指挥号令和获得最新现场动态。在这个服务平台上,后台技术支持人员能够根据指挥决策的需要,进行数据挖掘并可视化展现各类信息。为完成此功能,本文研究设计了基于云存储架构的警务协同指挥系统并得到了实际应用。

1 云存储和云存储架构概述

云存储是指由应用软件来调度和集合网络中为数众多的类型各异的存储设备,使它们协同为网络上的远端用户提供数据存储和业务访问功能的一种系统,是云计算概念的延伸和发展,即以数据存储和管理为核心的云计算系统。云存储涉及了集群、网络及分布式文件系统等技术的应用和功能服务。云存储实际是网络上所有的服务器和存储设备构成的集合体,其核心是特定的应用软件来实现存储设备向存储服务功能的转变,实现为用户提供一定类型的数据存储和业务访问服务^[3]。

之所以谓之为“云计算”或“云存储”,以往业界在网络系统结构拓扑图中常用一朵“云彩”来图示电信网或互联网及底层基础设施。“云”是互联网或网络的抽象形容,表征了网络上对象间的距离感、传输速度和无不可见性。

云存储模型一般可分为如下 4 层架构:

(1) 存储层

该层是云存储中的基础部分,除存储设备外还有统一的存储设备管理系统,该系统的任务是实现存储设备的逻辑虚拟化管理、多链路冗余管理、硬件设备状态监控和故障维护等。

(2) 基础管理层

该层是整个架构的核心部分,实现云存储中存储设备间的协同工作,对外提供具有相同数据存储和访问性能的服务。

(3) 应用接口层

该层可按需配置,根据应用业务类型开发建立不同的应用接口或平台,提供不同数据存储和访问的应用服务。如公共服务、视频点播、视频监控和远程数据备份应用平台等等。

(4) 访问层

授权用户均可以通过标准的访问接口来登录云存储系统。不同的云存储系统其访问类型和访问手段等不完全相同。

2 警务云存储架构研究

在警务公共服务平台中,首先需要实现云存储功能,以提供各警种用户数据的存储功能,方便用户获取各自需要的数据,包括 GPS、视频、语音等模拟和数字信息等数据。其次需要接入消息与通信系统,如 350 兆集群呼叫,手机、移动警务终端、固话,及 Mail, MSN、QQ、微信等即时通讯 IM (Instant Messenger), 以实现动态消息推送和位置服务。第三是实现业务功能开发与运行,如在线播放云存储中的视频监控图像、照片及相关资料,以及各业务子系统的运行,为一线执勤用户和领导提供分析和指挥决策依据。为此需要相应的基础软硬件资源,如服务器、存储和网络设备、操作系统和数据库等商用软件。警务云架构示意图 1 所示。

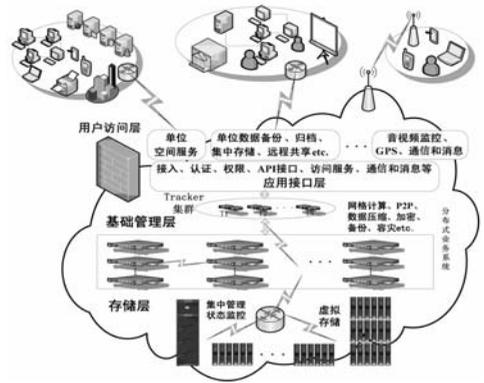


图 1 警务云架构示意图

云存储、通信及消息、业务运行系统和软硬件基础资源这四个基本要素构成了一个面向终端用户的操作系统平台,或称为警务云,其能够通过各种浏览器或手机 App 及 PC 机随时访问,满足用户在任意时刻、任意地点查看信息的需求。

作为警务云的核心是存储和计算,其他都构建在存储和计算之上的基础服务和用户运用。警务云主要涉及数据存储架构和用户访问优化等两方面的技术,下面分别予以简述。

2.1 云存储架构设计

云存储主要是为了存储数据,方便用户访问,同时也是为了解决信息共享问题。在云存储建立之前,各业务部门均是自建专用系统,网络虽然相通,但由于数据分散存储在各自系统中,导致信息在业务协同时关联、互查和引用不流畅。以前各系统间的数据整合和共享主要靠交换接口标准化等 SOA 方式来实现^[4],对于非结构化数据几乎无法实现,且改造各子系统的工作量巨大和繁琐。

针对上述问题,设计采用云存储技术及 HDFS (Hadoop Distributed File System) 分布式文件系统的存储方式。如图 2 所示。原各业务信息管理系统的数据库通过 Sqoop 工具导入 (Sqoop 是一种 Hadoop 文件系统与关系型数据库之间相互数据转换的工具), HDFS 实现数据层面的共享。HDFS 包括主控服务器 (同时配置备用主控服务器以便在故障时接管服务), 多个数据服务器 (存储节点), 前端接入终端服务消息平台及各业务子系统数据库服务器^[5]。



图 2 分布式文件系统示意图

主控服务器 Master 负责维护整个文件系统的命名空间与路由,以提供用户使用。该分布式系统架构最大的缺点是主控服务器为单点结构,一旦出现故障将造成全系统瘫痪,故在实际应用中采用 HA、UCARP 等容灾备份,以便在故障时接管服务。主控服务器的命名空间结构采用目录树结构,建立元数据到数

据服务器的映射关系,文件之间的关系等。为了提高检索效率,可以采取元数据内存化管理方式。主控服务器通过心跳线方式轮询数据服务器(DS),当发现有DS宕机时,对一些副本数不足的文件(块)执行复制计划,也可根据DS数量增减需要执行副本迁移任务。

数据服务器主要解决海量数据的低成本存储和快速检索,提高数据存储的安全性问题。其解决方案是将大块数据划分为小数据块,然后均匀分布到多台数据服务器上,每个数据服务器存储的文件数量就少了,对于大文件数据的处理方法是把大文件划分成多个相对较小的片段存储在多个数据服务器上,把单个数据服务器上存储的文件数降到单机能解决的规模,以此降低存储设备成本和提高效率,并通过多副本复制来提高数据安全性。

2.2 终端服务平台设计

警务协同指挥的终端服务平台又称为“永远在线推送平台”,即AOI(Always Online Infrastructure)。该平台是以协同指挥应用为导向,以指挥中心的“推送”技术为基础,为一线警力提供统一的消息推送服务,实现了将消息和内容实时推送到终端的全新体验。

AOI永远在线推送平台包括终端中间件和在线服务器,终端中间件提供各类移动和固定终端的接入以及各终端间的通信路由功能;在线服务器提供统一的永远在线连接安全认证、消息缓存服务、在线业务处理子系统。终端服务消息平台示意图如图3所示。

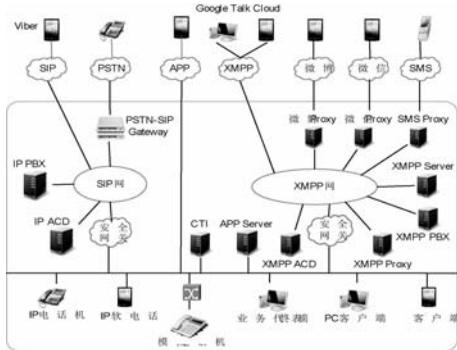


图3 终端服务消息平台示意图

其中,SIP(Session Initiation Protocol)网主要实现会话功能,这些会话可以是Internet多媒体会议、IP电话或多媒体分发,会话的参与者可以通过组播(multicast)、网状单播(unicast)或两者的混合体进行通信。

XMPP(The Extensible Messaging and Presence Protocol)网主要用于服务类实时通信,即时消息及在线现场探测。XMPP的核心是XML流传输协议,借助于XML易于解析和阅读的特性,使得XMPP的协议能够允许网络用户简便和流畅地向其他用户发送信息^[6]。

终端服务消息平台采用软交换技术SS(Software Switching)吸取了IP、ATM、IN、TDM等技术的优点,采用开放的分层体系结构,不但实现了各种通信协议的兼容,更重要的是实现了业务系统的融合,为终端用户提供了统一的消息和内容服务接口。

3 系统实现关键技术研究

3.1 异步Web Server的带宽控制

基于警务云计算的协同指挥平台在实际应用中首先遇到的

是各种客户端访问速度差别。对于公安局域网内部设备的访问,带宽可以保证是百兆甚至千兆。但当跨平台接入为移动终端(如手机、手持电台等)用户时各种带宽从20k~16M需求都有,这就要求实现终端服务网络带宽最小化。如对30分钟的高清监控视频下载观看,只要保证30分钟内传完就行,不需要太快,因为用户可能只看10分钟就发现问题,造成后面传输的带宽浪费。

为此本文通过WebServer来实现带宽控制。云存储的海量视频数据用传统的Apache做WebServer是不适合的。为此采用异步Lighttpd(Lighttpd,一种开源Web服务器软件)和Nginx(Nginx,一种高性能的HTTP和反向代理服务器,也是一个IMAP/POP3/SMTP代理服务器。)等Web开源软件并对其改进和优化,实现对客户端句柄进行速度控制和流量限速,支持高并发用户。同时在系统中设置专用客服端,采用“消息摘要算法第五版”MD5(Message Digest Algorithm 5)支持大文件断点上传,根据MD5查询大文件的已上传和未上传块,从而告知客户端工作正常。还有许多节约带宽优化方法,如P2P和CDN技术,在此不一一赘述。

3.2 基于PHP的虚拟化技术

超文本预处理器PHP(Hypertext Preprocessor)是一种通用开源脚本语言^[7]。在警务云平台采用PHP主要是解决用户访问流量差异化与服务资源匹配问题。对于云平台上的查询服务,可能只是应答“Y or N”,由于微小流量,CPU和I/O利用率极低,也可能是视频查询,需要多台服务设备。故需要一种新的虚拟化架构,能将机器的粒度依据访问流量需求切分或组合。

为此,在警务云平台中采用PHP的轻量级虚拟化技术,为每个用户分配一组“常驻公共网关接口”FAST CGI(Fast Common Gateway Interface)进程资源,通过Web端调度,将请求引到各自的FAST CGI进程组中处理。由此可依据机器的性能及进程进行虚拟化切分。

对于某网络节点流量过大,单机资源不够,可通过FAST CGI进程个数来调度,在多台机器上分配进程,组成FAST CGI组,通过负载均衡机来观察各服务设备的负载,从而判断是否要迁移FAST CGI进程,以此构建PHP执行环境架构^[8]。

在实际过程中,发现网络文件系统对系统性能影响较大,为此需要对每台机器做单机缓存。由于采用了HDFS分布式文件系统,在系统中只存储代码,当Cache失效和文件修改时,由资源管理服务器通知所有客户机该文件缓存失效,更新入口即可,实际应用效果较为满意。

3.3 基于知识系统的辅助决策机制

警务协同指挥系统的核心技术支撑是人工智能的知识库系统建设^[9],计算机人工智能主要有:产生式规则、框架、语义网络和数学逻辑等四大类知识表达方式。警务协同指挥平台的预案应用方面主要采用了产生式规则方法,结合框架、语义和逻辑知识,在实践中取得了良好的效果。

产生式规则的基本结构有前提和结论两部分:前提(If)描述状态,结论(Then)描述某种状态条件下所产生的动作,一般形式为:P←Q。Q表示一组前提或结论,P表示若干个结论或动作,其含义为:如果前提Q满足,则可以推出结论P^[7]。例如在警务街面围堵指挥过程中可以描述为:如果(If)每个道口都封闭了,则(Then)围堵成功。基于知识系统的警务预案生成机制如图4所示。

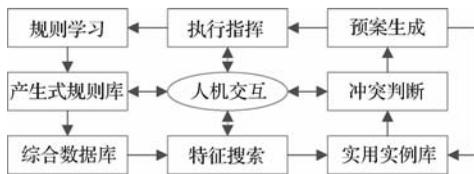


图4 基于知识系统的警务预案生成机制示意图

图4中的综合数据库包括HDFS和各业务子系统关系数据库,通过人机交互选择规则和条件在综合数据库中进行特征搜索,依据实战需要循环多次进行实例样本数据提取,排除冲突结论后以实现目标问题的求解。

在实际应用中,计算机预案只是警务指挥的辅助决策,机器通过实际指令与计算机决策的差异记录中学习,产生对机器答案的评价和修订,同时把校正后的答案与目标实例一起存入实例库,以备将来解决类似问题。

4 应用分析

文章研究的基础是“基于云存储架构的上海市公安局警务协同指挥系统”,该系统是国家“十一五”科技支撑计划项目的研发成果,在2010年上海世博会期间正式启用该协同指挥系统。近4年的示范应用表明,系统性能稳定,运行状态良好。达到并超过了立项时预定的技术性能指标,满足警务协同指挥的实战需求。

该系统解决了海量数据的存储、查询和快速检索等难点,特别是对业务协同作业时的数据关联、互查和引用带来了便捷,通过标准化接口和兼容的通信协议实现了异构系统间的数据整合和共享,以及数据存储可按需迁移到分布式的物理站点。

系统能保证多用户环境下的私密性和安全性。同时,系统允许用户基于策略和服务模式按需扩展性能和容量。

系统的四层构架使存储节点仅需关注在提供读写服务的需求上,而不需要与网络节点进行信息的交互。而对于流量过大的网络节点,系统可采用进程调度和分配,通过负载均衡机制来再分配负载。

系统在千兆网络情况下,每秒传输速度不小于50 M,解决了信息传送迟滞问题,保证了时效性。系统中的警务预案知识系统满足警务协同指挥的辅助决策需求。

5 结语

本文对公安领域信息化建设中的新技术应用提出了一些设想,并在实践过程中进行了检验。通过警务云框架的构建,在低成本条件下,解决了多元异构大数据的整合,避免了前期已投入运行的各业务信息管理子系统接口大规模改造工作。通过关键技术的研究与应用,解决了公安网带宽限制造成的信息传送迟滞问题,保障了指挥信息传达的时效性问题。在数据整合基础上搭建的知识系统满足了警务协同指挥的计算机辅助决策需求,并取得了预期的成果。

由于信息技术的快速发展和公安业务的不断扩充,该系统还需持续完善。本文仅对云架构的智能警务协同指挥平台中的移动警务消息与通信技术、大数据应用和人工智能等方面做了一些初步尝试,下一步将寻求与硬件厂商合作,研究如何应对系统在大规模数据请求或数据恢复操作时的系统更佳的可访问性;以及研究系统中数据冗余的问题,如考虑采用动态副本来管

理优化模型的策略方法^[10],实现副本数和副本位置的动态调整,以节省存储空间、降低访问时延并提高系统的可靠性和稳定性,进而节省系统存储空间并实现最佳的负载均衡等。

参 考 文 献

- [1] 唐宽勇. 现代警务机制研究综述及简评[J]. 公安学刊(浙江警察学院学报),2008(1):51-56.
- [2] 李炳光,孙广晟. 群体性事件应急警务指挥体系初步探究[J]. 警察实战训练研究,2011(3):90-93.
- [3] Greg Schulz. Cloud and Virtual Data Storage Networking[M]. CRC Press Taylor & Francis Group,2012.
- [4] 张萍,顾国强. 基于SOA企业遗留系统集成的研究和应用[J]. 计算机应用与软件,2011(10):103-106.
- [5] Tom White. Hadoop:The Definitive Guide[M]. 3rd ed. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472. O'Reilly Media Inc,2012.
- [6] 黄伟敏. 基于XMPP协议的Android即时通信系统设计[J]. 电子设计工程,2011(8):57-59.
- [7] 戴一平. MVC设计模式在PHP开发中的应用[J]. 计算机与现代化,2011(3):33-37,43.
- [8] TIPI:深入理解PHP内核. RELEASE_2012-04-04_V0.7.3[EB/OL]. <http://www.php-internals.com/>,2012.
- [9] 王占宏,顾国强,马国春. 基于知识管理的软件开发模型研究[J]. 微型电脑应用,2011(11):22-25,69.
- [10] 李玲,付园,麻晓珍,等. 云存储系统中数据冗余策略优化问题[J]. 吉林大学学报:信息科学版,2013(1):1-7.

(上接第62页)

源竞争结合的机制问题。在后续的研究中可进一步研究如何在此基础上描述组织间资源竞争的机制,并在描述竞争过程中加入时间元素表示竞争信息传递过程的时序和时延。

参 考 文 献

- [1] 吴哲辉. Petri网导论[M]. 北京:机械工业出版社华章分社,2006.
- [2] JaeYoon Jung, Hoontea Kim, SukHo Kang. Standards-based approaches to B2B workflow integration[J]. Computer and Industrial Engineering, 2006(51),321-334.
- [3] Lowe M, Wikarski D, Han D. Higher-order object nets and their application to workflow modeling[M]. Van Nostrand Reinhold Company, New York,1995.
- [4] Han Y, Himmighofer T, Schaaf D. Wikarski. Management of workflow resource to support runtime adaptability and system evolution[C]// Proceedings of Practical Aspect of Knowledge Management, The First International Conference on Electronic Commerce, Austin, 1995, 30-31.
- [5] Moldt D, Valk R. Object Oriented Petri Nets in Business Process Modelling[C]//WMP van der Aalst, J Desel, A berweis. Business Process Management: Models, Techniques and Empirical Studies, Lecture Notes in Computer Science, vol. 1806, Berlin: Springer, 2000: 254-273.
- [6] Adam N R, Atluri V, Huang W K. Modelling analysis of workflow using Petri nets[J]. Journal of Intelligent Systems 1998,10:131-158.
- [7] Lichih Wang. Object-oriented Petri nets for modeling and analysis of automated manufacturing system [J]. Computer Integrated Manufacturing System,1996,2(26):111-125.
- [8] Narahari Y, Viswanadham N. A Petri net approach to the modeling and analysis of flexible manufacturing systems [J]. AnnOper Res,1985(3):449.