

基于 MongoDB 构建高性能网站技术研究

张文盛, 郑汉华
(安徽广播电视大学, 安徽 合肥 230022)

摘 要:现代大型网站有两个主要特征:大数据量和高访问量,这也是此类大型网站发展的难点和瓶颈,通过构建高性能 WEB 站点,是解决大型网站发展困境的必由之路.从硬件和软件两个方面探讨了高性能网站的系统架构建设,采用当前最流行的构建高性能 WEB 站点技术,特别是非关系型数据库 MongoDB 和分布式文件系统 FastDFS 的引进,加上基于 MVC 的 PHP 开发模型,保证网站的高性能、高可用和高安全性.

关键词:MongoDB;FastDFS;MVC;PHP;高性能网站

中图分类号:TP311 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-3873-(2013)01-0123-05

0 引言

百万级别的网站和普通网站面临的压力是不可同日而语的,更多的访问量和数据量,需要更多的网络带宽和服务器.一个网站的系统架构,在访问量增多时,只要增加相应的网络带宽和服务器,而不对架构进行大的修改,这样的系统架构是实用的和趋近完美的,这其实反映了一个系统架构的横向扩展能力(Scale out).从最初的一台服务器,到现在普通使用的多台 WEB 服务器,前端使用负载均衡器进行负载均衡和会话保持,通过将压力分担到不同的 WEB 服务器,减轻每台服务器的负载,保证正常提供服务,后台数据库使用集群,上传文件使用分布式文件系统等等,高性能网站的系统硬件架构经历了一个长期的演变过程^[1].高性能网站的软件架构的演变过程和硬件架构有密切关系.经历最初的单个文件对应一个业务;到分层的模块化设计,将系统分为前端业务层和后端数据访问层,层间提供接口;再到基于 MVC 设计模式,采用单入口,将业务层进一步分离为视图层(View)和模型层(Model),使用控制器(Controller)连接这两个层^[2].

借鉴当前最流行的构建高性能 WEB 站点技术,我们从平台架构和程序框架两个方面探讨了高性能网站的系统架构建设,同时我们引入非关系型数据库 MongoDB 和分布式文件系统 FastDFS 这两个炙手可热的新技术,加上基于 MVC 的 PHP 开发模型,保证网站的高可用性和高性能.

1 网站架构

网站架构分为三个层面:架构图,架构组件和架构优化.网站的架构图如图 1 所示.

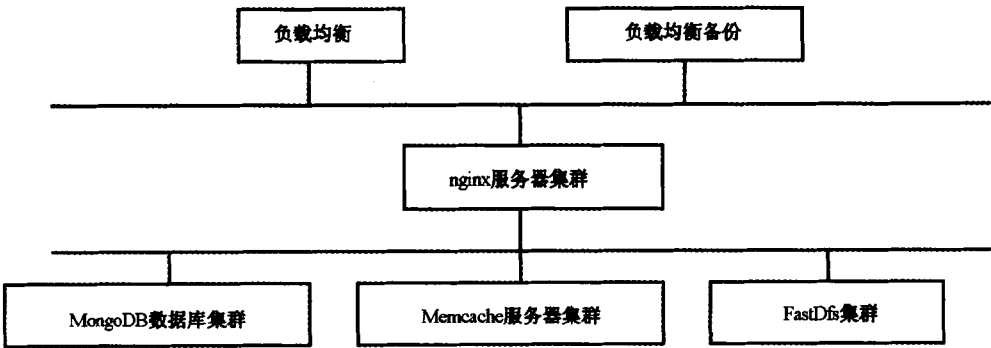


图 1 平台架构

收稿日期:2012-09-24 基金项目:安徽省软科学研究重点项目(11020503044)
第一作者简介:张文盛(1980-),男,安徽省枞阳县人,现为安徽广播电视大学教师,工程师.研究方向:操作系统及计算机网络.

所有组件均运行在 Linux 操作系统中. 架构图前端部分采用流行的配置, 负载均衡双机热备, 工作在 DR(Direct Route 直接路由)模式, 保证系统可靠性和高吞吐量. 中间使用 Nginx 搭建 WEB 服务器集群, 能够高速处理静态资源, 经测试单台 nginx 能处理 3 万并发连接, 1K 静态页面处理能力超过 8000RPS, 是目前性能最好的 WEB 服务器. 平台的开发语言采用 PHP, 部署模式为 FastCGI. 架构的后端部分则和目前流行的配置不太一样.

目前关系型数据库是主流, 在网站规模发展到一定规模后, 对数据库存在如下三高需求: 对数据库高并发读写的需求、对海量数据的高效率存储访问的需求和对数据库的高可扩展性高可用性的需求. 关系型数据库的很多主要特性往往无用武之地, 例如支持事务一致性、支持读写实时性和支持复杂多表查询等. 关系型数据库最先成为瓶颈, 需要扩展, 普遍采用的技术有分区、分表 and 分库, 但这种扩展对上层不透明, 需要修改业务逻辑层, 代价很大. 非关系型数据库例如 MongoDB 却能很好解决横向扩展问题. MongoDB 中的集合没有模式, 不存在模式变更, 集合之间没有约束关系, 也不能执行复杂的连接操作, 但带来的好处是 MongoDB 很容易支持分布式部署^[3-6]. MongoDB 集群如图 2 所示.

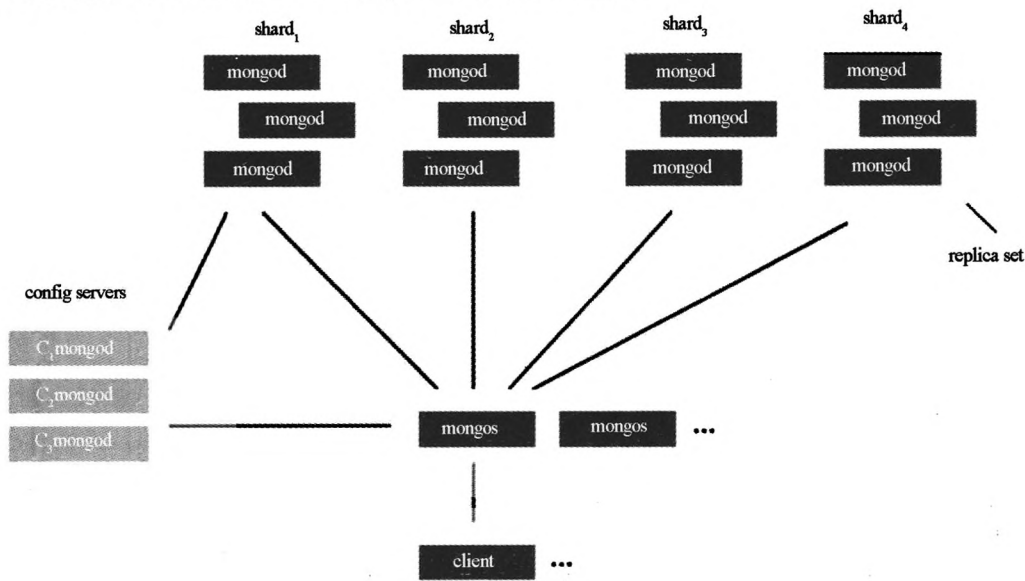


图 2 MongoDB 集群

MongoDB 集群包括一定数量的分片、mongos(路由处理)、config server、clients. 分片一般建立在副本集之上, 副本集由一组 mongod 构成, 这一组 mongod 中的数据是相同的, 当活跃节点失效时, 剩下的节点重新选举活跃节点, 新的活跃节点继续对外提供服务, 实现高可用性. 数据按片键有序分割, 每个分片存储一定范围的数据块, 实现分布式处理. 当分片的数据过多时, 数据将被迁移到系统的其他分片中. 新的分片加入时, 数据块也会迁移. mongos 可以有多个, 相当于一个控制中心, 负责路由和协调操作, 对外屏蔽分片和备份集, 使得集群像一个整体的系统. mongos 启动时需要从 config servers 上获取基本信息, 然后接受 client 端的请求, 路由到分片服务器上, 然后整理返回的结果发回给 client 服务器. config server 存储集群的信息, 包括分片和块数据信息. 主要存储块数据信息, 每个 config server 上都有一份所有块数据信息的拷贝, 以保证每台 config server 上的数据的一致性.

高性能网站需要解决的另一个问题是会话保持. 本架构将会话保存在 memcached 集群中, 消除会话粘滞现象, 提高会话处理速度. memcached 集群前端采用 memagent, memagent 分布式代理会话访问, 按照一定算法将会话固定散列到某个 memcached 服务器上, 直至会话超时销毁^[7-9]. 最后一个重要组件是使用 FastDFS 集群提供分布式文件存取服务, 可保存海量的图片和视频文件. FastDFS 是应用级的文件存储系统, 用户使用专有 API 访问, 同时支持分布式和高可用性^[10].

除了大量采用开源轻量级组件提供低成本高性能特性外, 还可以适当采用首页静态化, 使用 AJAX 延迟加载提升用户体验, 使用 APC 缓存优化 PHP 代码执行等技术进一步优化平台的运行.

2 程序框架

本系统基于 MVC 模型开发. MVC 是三个单词的缩写, 分别为: 模型(Model), 视图(View)和控制 Con-

troller). MVC 模式的目的是实现 Web 系统的职能分工, Model 层实现系统中的业务逻辑, View 层用于与用户的交互. Controller 层是 Model 与 View 之间沟通的桥梁,它可以分派用户的请求并选择恰当的视图以用于显示,同时它也可以解释用户的输入并将它们映射为模型层可执行的操作. 在大型应用中,可能有多个 Control 和多个 Model,还需要更高级的 Control(称为 Router)控制调用下面的哪个 Control. 成熟 PHP 的 MVC 框架有很多种,比较著名的有 Zend Framework, CakePHP 等^[11-13]. 本系统采用基于国人开发的禅道框架(Zentao Framework),在其基础上进行部分扩展,以适应平台架构. 在 MVC 中,将公共的操作设计成框架(Framework),和具体应用分离. 框架一般包括 router 类,根 control 类,根 model 类,helper 类. 还有附属于框架的实用类库,例如类 dao,类 filter 等. 设计上一个类一个 PHP 文件,禅道框架的文件树图如图 3 所示.

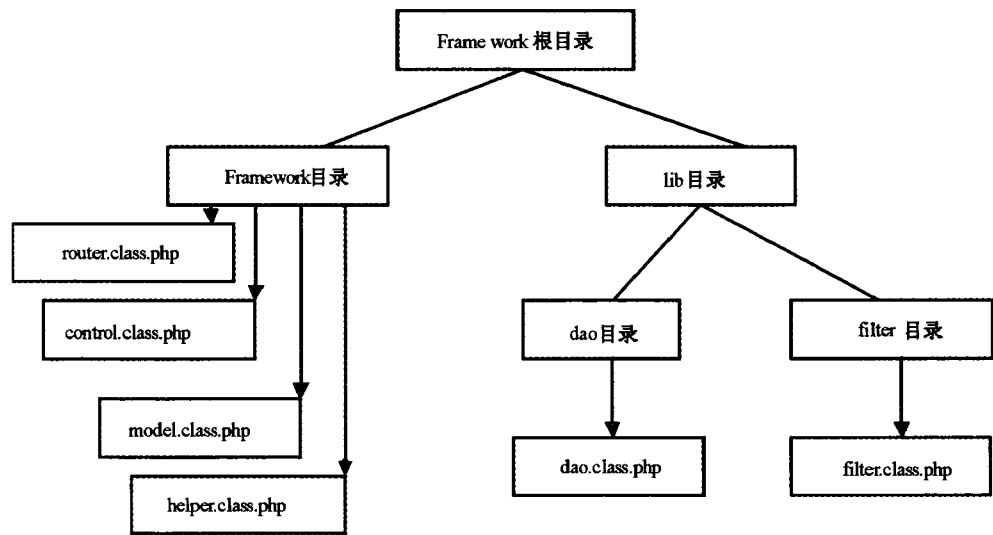


图 3 禅道框架 1

类文件的命名规则是“类名.class.php”. Lib 目录下目录命名规则是“类名”.

router.class.php 包含 router 类,将用户的动作定向到对应的 control.

control.class.php 包含顶层 control 类,是其他 control 的父类,实现共有的操作和接口.

model.class.php 包含顶层 model 类,是其他 model 的父类,实现共有的操作.

helper.class.php 包含助手类 helper,实现一些公共辅助操作.

dao.class.php 包含数据库访问接口类 dao.

filter.class.php 包含过滤用户操作类 validator,WEB 编程的一个重要安全原则是不要假定和相信任何用户的输入,即使前台使用了 Javascript 验证了用户的输入,后台还要再次验证,否则就存在安全风险,例如 SQL 注入和 XSS 攻击.

具体应用主要包括入口文件 index.php,配置文件 config.php,应用自己的 Lib 库,最后是最重要的模块文件(module)集合,如图 4 所示.

config 目录一般包含两个文件 config.php 和 my.php,config.php 是系统默认的一些配置信息,my.php 是自定义的配置信息,可以覆盖 config.php 中的设置,是在安装时自动生成的. 单独设置 my.php 的好处是,一旦系统升级,安装时,只覆盖 config.php,不会覆盖 my.php,应用特定设置不会丢失.

www 目录是网站的根目录,网站的根目录下一般只有一个 index.php 单入口文件,还有一些 js 脚本,css 脚本,图片资源等,其他 PHP 代码都在父目录中. 这样的设置的原因是,一旦因为某种原因导致网站的根目录下代码被意外泄露,用户能够查看 index.php 的源码,但是用户不能访问到父目录中其他 PHP 代码.

lib 目录包含一些应用特定库类,例如发送邮件的类,读写 excel 的类等.

然后就是主要的模块(module)目录. 一个大型应用,可划分成若干个子模块,每个模块又若干页面需要显示,包含若干的 view,这些 view 涉及许多不同的业务逻辑,需要不同的 control 操作,因此可将所有的 control 操作集中在一个 control.php 中,所有的业务逻辑集中在 model.php 中,而 view 一般无法集中,分散成若干的 *.html.php 文件. 还有为了实现国际化,还可以再增加一个 lang 目录,将本地化信息从 view 中分离出来,集中存放,例如汉语国家的浏览器使用 zh-cn.php,英语国家的浏览器使用 en.php 等. 另外还可以包含一个 config.php 文件,保存本模块特点的配置. 需要添加一个模块直接按照上述规则添加,扩展性很强. common 模块很特别,包括一些公共操作,例如建立 Session,检验用户是否登录,检查用户是否有权限

访问某个模块和方法等.

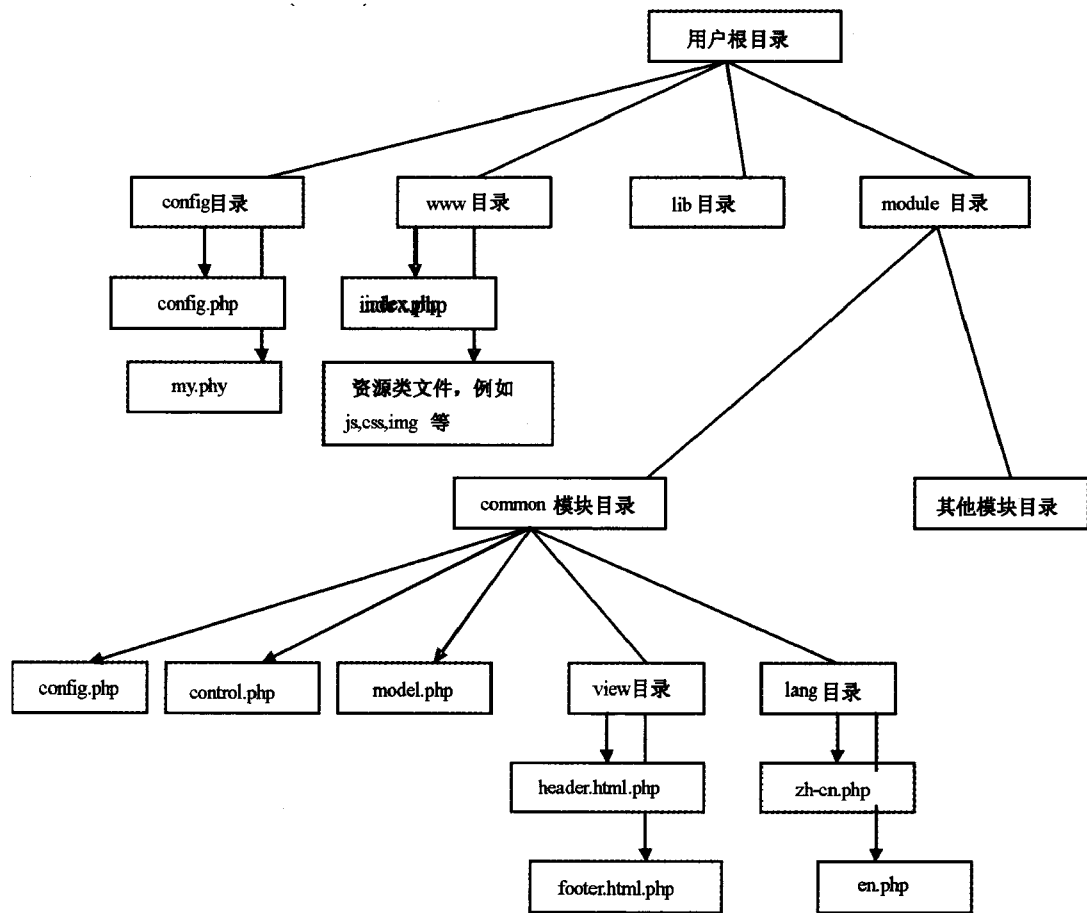


图 4 禅道框架 2

禅道框架主要面向关系型数据库设计,没有考虑支持 MongoDB 等非关系型数据库. 我们对这个框架扩展,支持任意类型的数据库. 改进的重点加入一个新层 DAI (Data Access Interface 数据访问接口层),使得 Model 和数据库进一步分离,不直接调用数据库,而是访问 DAI,从 DAI 取需要的数据,至于 DAI 从 Mysql 还是 Mongo 取数据,Model 不需要去关心,更不需要去构造一大堆查询.

为了实现数据库配置的可变性,我们可以仿照 lang 的实现原理,在每个模块 (module) 目录下建立一个 dai 目录. 对于 sql 型数据库 (type 是 sql),因为使用了 PDO,可在 dai 下建立一个 sql.php 文件,其中实现 modelDAI 类. 如果不使用 PDO 也行,可在 dai 下建立 sql 目录,在目录里加入 mysql.php,mysql.php,oracle.php 等文件,其中都要实现 modelDAI 类. nosql 的处理方法类似. 每个模块下的 dai 目录结构如图 5 所示.

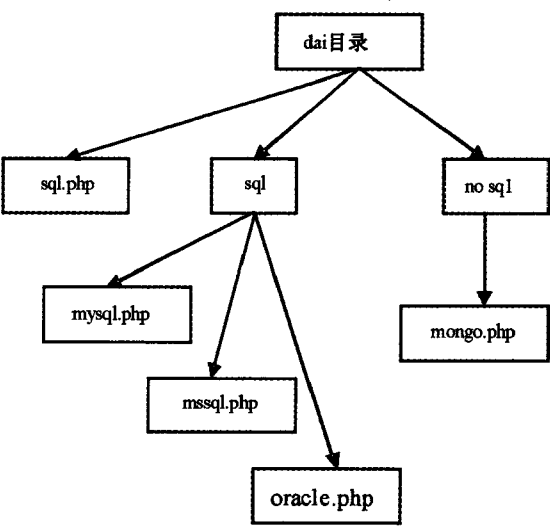


图 5 dai 目录结构

建立如下的 DAI 规则,先查找是否存在类型特点的驱动,例如是否存在 dai/sql/mysql.php,如果没有再查找 dai/sql.php,这样类型特定的驱动优先级优于通用驱动,这样做是合理的.

3 结束语

在借鉴和使用当前最流行的构建高性能 WEB 站点技术基础之上,重点引进非关系型数据库 MongoDB 集群和相适应的开发模型来提升系统性能,保证系统的高性能、高可用性和高安全性. MongoDB 集群还存在一些问题:副本集内部采用主从异步复制;只有一个主 MongoDB 对外提供服务,其他从 MongoDB 闲置;副本集内部选举机制和设置过于复杂. 如果副本集内部不分主从,所有 MongoDB 都对等, MongoDB 之间能

同步复制,则所有MongoDB都能提供服务,共同分担查询负载,将极大提升集群性能和可用性,这将是一个值得研究的问题.

参 考 文 献

[1] 张建超,张连堂. 网站架构演变技术研究[J]. 现代计算机(专业版),2012,(4):53~55.
[2] 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.
[3] 潘 凡. 从 MySQL 到 MongoDB——视觉中国的 NoSQL 之路[J]. 程序员,2010,(6):78~80.
[4] 卢冬海,何先波. 浅析 NoSQL 数据库[J]. 中国西部科技,2011,(2):14~16.
[5] 黄贤立. NoSQL 非关系型数据库的发展及应用初探[J]. 福建电脑,2010,(7):30~32.
[6] 王光磊. MongoDB 数据库的应用研究和方案优化[J]. 中国科技信息,2011,(20):93~96.
[7] 徐跃伟. 网上购物系统的实现及性能优化[J]. 计算机时代,2012,(1):8~13.
[8] 俞华锋. Memcached 在大型网站中的应用[J]. 科技信息(科学教研),2008,(1):70,102.
[9] 徐跃伟. 网上购物系统的实现及性能优化[J]. 计算机时代,2012,(1):8~9.
[10] 余 庆. 分布式文件系统 FastDFS 架构剖析[J]. 程序员,2010,(11):63~65.
[11] 张朝阳,熊淑华,衡 丽. 基于 Zend Framework 的网站设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2011,(11):197~200.
[12] 何永太. 基于 PHP 技术的 MVC 框架的实现与应用[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报,2010,(4):10~12.
[13] 崔 伟. 基于 MVC 设计模式的 PHP 快速开发框架研究与实现[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2010.

Research on the Construction of High Performance Web Site Based
on MongoDB Technology

ZHANG Wen-sheng, ZHENG Han-hua
(Anhui Radio & TV University, Hefei 230022, China)

Abstract: Modern large web site has two main features, they are the mass data and high visits respectively. It is development difficulties and bottlenecks. Construction of high performance web site is the only way to solve the dilemma. The high performance website architecture construction is discussed from two aspects of hardware and software in the paper. To guarantee high performance, high availability and high security, the non-relational database MongoDB and distributed file system FastDFS which are the most popular and high performance web site construction technology are used in the research with the PHP development model base on MVC.
Key words: MongoDB; FastDFS; MVC; PHP; high performance web site

(责任编辑:郎集会)

基于MongoDB构建高性能网站技术研究

作者：[张文盛](#)，[郑汉华](#)，[ZHANG Wen-sheng](#)，[ZHENG Han-hua](#)
作者单位：[安徽广播电视大学, 安徽合肥, 230022](#)
刊名：[吉林师范大学学报（自然科学版）](#)
英文刊名：[Jilin Normal University Journal\(Natural Science Edition\)](#)
年，卷(期)：2012, 34(1)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_slxk-zrkx201301034.aspx