

云计算

应用开发实践

徐强 王振江 编著



附光盘

第一本全方位详细阐述如何使用云计算技术开发应用的书籍

深入剖析云计算中的关键技术，入门、提高不再困难

通过实践，将典型云计算应用与实际工作相结合，与笔者一起“云端漫步”

在实践中总结合理的云计算框架，边应用边“悟道”



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



信息科学与技术丛书

云计算：应用开发实践

徐 强 王振江 编著



机械工业出版社

本书从应用的角度出发,介绍了利用云计算相关技术构建应用程序应具备的基础知识,包括云计算的相关概念、虚拟化、并行计算、集群计算、分布式数据存储、IT 基础架构管理、公共与私有云计算产品以及如何管理云计算数据中心等相关知识。

本书各章首先分析具体应用场景,然后根据场景选择适当的技术与架构,最后再对具体的应用展开讲解。第一章都力争通过实际操作使读者理解云计算的相关概念与技术,并将负载均衡、文件共享、数据挖掘、模拟计算这些在实际工作中有可能碰到的问题抽象为具体的应用,并配以代码实现。为了便于理解,有些应用程序还使用了单机与多机环境双重实现。

本书适合对云计算具有初步认识并希望通过云计算逐步改善应用和基础设施的读者阅读,也可供云计算的应用开发人员、行业专业人士以及相关学科的研究者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

云计算:应用开发实践/徐强,王振江编著. —北京:机械工业出版社,2011.12

(信息科学与技术丛书)

ISBN 978-7-111-36687-4

I. ①云… II. ①徐… ②王… III. ①计算机网络 IV. ① TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 250841 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:郝建伟 陈崇昱

责任印制:乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·20.25 印张·499 千字

0001-4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-36687-4

ISBN 978-7-89433-284-4 (光盘)

定价:53.00 元 (含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着信息科学技术的迅速发展，人类每时每刻都会面对层出不穷的新技术和新概念。毫无疑问，在节奏越来越快的工作和生活中，人们需要通过阅读和学习大量信息丰富、具备实践指导意义的图书来获取新知识和新技能，从而不断提高自身素质，紧跟信息化时代发展的步伐。

众所周知，在计算机硬件方面，高性价比的解决方案和新型技术的应用一直备受青睐；在软件技术方面，随着计算机软件的规模和复杂性与日俱增，软件技术不断地受到挑战，人们一直在为寻求更先进的软件技术而奋斗不止。目前，计算机在社会生活中日益普及，随着Internet延伸到人类世界的方方面面，掌握计算机网络技术和理论已成为大众的文化需求。由于信息科学技术在电工、电子、通信、工业控制、智能建筑、工业产品设计与制造等专业领域中已经得到充分、广泛的应用，所以这些专业领域中的研究人员和工程技术人员越来越迫切需要汲取自身领域信息化所带来的新理念和新方法。

针对人们了解和掌握新知识、新技能的热切期待，以及由此促成的人们对语言简洁、内容充实、融合实践经验的图书迫切需要的现状，机械工业出版社适时推出了“信息科学与技术丛书”。这套丛书涉及计算机软件、硬件、网络和工程应用等内容，注重理论与实践的结合，内容实用、层次分明、语言流畅，是信息科学与技术领域专业人员不可或缺的参考书。

目前，信息科学技术的发展可谓一日千里，机械工业出版社欢迎从事信息技术方面工作的科研人员、工程技术人员积极参与我们的工作，为推进我国的信息化建设作出贡献。

机械工业出版社

前 言

云计算是计算机领域近年来很热的一个词，从最早 Google 提出这个概念，到 Apache 推出相应的云计算开源项目，再到各个公司推出云手机、云计算管理软件、云计算安全产品等，不过短短两三年的时间。各种关于云计算的产品与概念爆炸式增长，形形色色，令人眼花缭乱。关于云计算的相关技术与产品实在是太多，这无形中提高了学习与应用云计算的门槛。我们需要一个可以贯穿云计算所有技术的线索，以帮助我们逐步打开通向云计算的大门。

笔者认为这个线索就是应用，不管什么样的技术最终都是为具体的需求、应用服务的。本书的目的就在于通过编写基于云计算开发环境的应用程序，为读者提供一条学习和掌握云计算技术的途径。

记得 Linux 系统的发明者 Linus 曾经说过，要理解一个系统的真正运行机制，一定要阅读其源代码。套用到学习使用一个系统也是类似的，我们需要动手去编写基于该系统的程序，并在不断的调试与改进中熟悉这个系统。为此本书提供了大量的应用实例，并配以源代码实现。

由于大部分的云计算环境支持 Java 语言作为应用编程语言，故本书大部分代码使用 Java 编写，在阅读本书时，读者需要会使用 Java 或者类似的 C/C++ 语言。

如果您没听说过 Java, C/C++ 这些名词，但是又迫不及待想了解一下云计算技术的应用，笔者建议您首先阅读本书目录以及第 1 章与第 10 章。

本书大部分章节都以一个具体的应用场景为引子，在分析和解决问题的过程中，挑选合适的云计算技术与产品，并给出具体的实现代码。

第 1 章主要通过实例介绍云计算的相关概念，并不详细讨论实现细节，您只要会上网下载程序，会安装程序，那么通过阅读本章将能够在自己的云计算环境中部署一个宠物商店。对于想了解云计算能做什么，但又不太会编程的读者来说，您在阅读本章时可以重点关注云计算环境的搭建、部署和基本概念，忽略性能提高等编程部分。

第 2 章主要讲解搭建云计算基础架构所需要的虚拟化、主机管理以及负载均衡方面的技术和产品。

第 3 章主要讲解搭建集群并行计算环境所需要的技术和产品，主要围绕 Hadoop、HBase 这些常用工具进行介绍。

第 4 章主要讲解公共云计算平台，主要围绕 Google APP Engine、Amazon AWS 以及常见的 IDC 服务进行介绍。

第 5 章主要是对前面第 2、3、4 章的总结，并利用前面所介绍的工具实现一个基于云计算技术的文件共享系统。

第 6 章主要介绍了 Apriori 数据挖掘算法，并使用云计算技术结合数据挖掘算法挖掘商品之间的相关性。

第 7 章主要介绍蒙特卡罗金融算法，并使用云计算技术结合金融算法预测投资收益率。

第8章主要介绍如何将云计算与常见的办公软件相结合,该章以 Microsoft Excel 为例,将它与云计算软件相结合,以达到充分利用本机计算资源的目的。

第9章主要介绍常用科学计算软件与云计算的集成,该章以 MATLAB 为例,讲解了云计算如何与科学计算软件集成,并对集成进行分析,探索公共集成框架与接口。

第10章主要围绕如何运营维护云计算环境,重点在于如何使用现有的标准来规范云计算环境的管理与维护。

另外本书的附录介绍了所需了解的相关技术,希望有助于读者将应用程序部署到云环境里。

本书通过应用实践的方式介绍云计算的相关技术,故大部分章节都会有一个应用场景,并根据具体的应用场景选择适当的技术加以实现。很多关于云计算的概念将随着问题的解决而深入展开,在需要的时候讲解。这样的方式有助于整理相似应用场景的云计算概念。如果您恰好也遇到类似的应用场景,不妨以本书的实现作参考。

本书主要面向那些需要使用云计算解决具体问题,以及希望了解云计算可以解决什么问题的读者。

本书由徐强和王振江编著。其中,王振江负责本书第6章的编写,其他章节由徐强编写并统稿。本书附带一张光盘,内容为书中所涉及的应用系统的源代码及其使用说明。

需要注意的是,虽然本书力争使每一个应用程序的实现都是最佳,但由于作者水平有限,以及每个人对选择具体云计算产品的理解不同,本书的实现在具体的环境下,不一定能完全满足您的需求。请将这些实例作为参考,如果您觉得某个实现存在问题,欢迎批评指正并与笔者讨论,邮箱 xxqonline@gmail.com, 微博 <http://weibo.com/skaterqiang>。

徐强

目 录

出版说明

前言

第 1 章 在云上架构你的应用	1
1.1 Java 宠物商店简介	2
1.1.1 环境准备	2
1.1.2 部署 Java 宠物商店	3
1.1.3 宠物商店架构介绍	4
1.2 测试	5
1.2.1 宠物商店访问速度测试	5
1.2.2 其他的测试	9
1.3 针对测试结果改进应用	9
1.3.1 提高访问速度	9
1.3.2 主机管理	11
1.4 难道这就是云计算?	17
1.4.1 什么是云计算	17
1.4.2 云计算架构简介	18
1.4.3 云计算的起源与发展	20
1.5 小结	21
第 2 章 IaaS 技术介绍	22
2.1 虚拟化技术	23
2.1.1 虚拟化技术中的重要名词及技术解释	23
2.1.2 全虚拟化技术	26
2.1.3 半虚拟化技术	36
2.2 PXE	42
2.2.1 PXE 简介	42
2.2.2 PXE 系统的组成及配置	43
2.3 负载均衡	45
2.3.1 Tomcat 负载均衡	45
2.3.2 DNS 负载均衡	48
2.4 构建企业 IaaS 环境	50
2.4.1 需求分析	50
2.4.2 系统架构	51
2.4.3 概要设计	51
2.4.4 动手搭建 IaaS 环境	52

2.5 小结	62
第3章 并行计算技术介绍	63
3.1 Hadoop	64
3.1.1 Hadoop 简介	64
3.1.2 初探 Hadoop	64
3.1.3 Hadoop 的架构	65
3.1.4 多机环境配置 Hadoop	67
3.1.5 分布式环境下运行 Hadoop	68
3.1.6 使用 Eclipse Hadoop 集成开发环境	69
3.1.7 使用 Hadoop MapReduce 编写程序	72
3.2 Platform Symphony	76
3.2.1 Platform Symphony 简介	76
3.2.2 初探 Symphony DE	76
3.2.3 Platform Symphony 架构	78
3.2.4 多机环境配置 Symphony DE	78
3.2.5 使用 Symphony DE 编写程序	80
3.3 云数据库	89
3.3.1 HBase	90
3.3.2 初探 HBase	90
3.3.3 HBase 概念	91
3.3.4 再探 HBase	93
3.4 小结	96
第4章 公共云计算介绍	97
4.1 因特网数据中心 IDC	97
4.1.1 IDC 所提供的服务	97
4.1.2 使用 IDC 提供的主机服务	97
4.1.3 IDC 虚拟主机业务实现分析	100
4.1.4 传统 IDC 所面临的机遇与挑战	102
4.2 Google App Engine	102
4.2.1 注册 Google App Engine 账户	103
4.2.2 安装 Google App Engine SDK	103
4.2.3 使用 Eclipse 集成开发环境	105
4.2.4 基于 Google App Engine SDK 开发应用	107
4.2.5 将应用部署到 Google App Engine 中	112
4.3 Amazon AWS	114
4.3.1 注册 AWS 账户	114
4.3.2 使用 Amazon EC2	115
4.3.3 使用 Eclipse 集成开发环境	120
4.3.4 基于 AWS SDK 开发应用程序	121

4.3.5 将应用程序部署到 AWS 中	124
4.4 其他公共云计算平台	127
4.4.1 Microsoft Azure	127
4.4.2 Sina App Engine	129
4.5 小结	130
第 5 章 在云上开发你的应用	131
5.1 为应用选择合适的架构与技术	132
5.1.1 以计算为中心的应用架构选择	133
5.1.2 以数据为中心的应用架构选择	134
5.1.3 需要兼顾数据与计算的应用架构选择	134
5.1.4 MapReduce 框架并不能解决所有问题	134
5.2 现有云计算技术存在的问题	135
5.2.1 NoSQL 数据库 API 不兼容	135
5.2.2 使用 JPA 访问 NoSQL 数据库	136
5.2.3 各公共服务提供商所提供的服务不同	140
5.3 基于云计算平台的文件共享系统需求分析	140
5.4 基于云计算平台的文件共享系统设计	141
5.4.1 系统架构	141
5.4.2 平台及技术选择	141
5.4.3 系统功能	142
5.4.4 非功能性需求	142
5.5 基于云计算的文件共享平台实现	142
5.5.1 用户管理模块实现	143
5.5.2 文件管理模块实现	149
5.5.3 文件浏览及管理页面实现	156
5.6 使用 GAE 与 AWS S3 部署	158
5.6.1 配置 GAE 数据库	158
5.6.2 使用 Applet 编写文件管理界面	159
5.6.3 实现 AWS S3 文件管理类	163
5.7 小结	165
第 6 章 云计算在数据挖掘中的应用	167
6.1 从宠物商店引出的商业智能	168
6.2 Apriori 算法	169
6.2.1 Apriori 算法的实现原理	169
6.2.2 利用 Apriori 小试牛刀	170
6.3 商品推荐功能在宠物商店中的程序实现	172
6.3.1 宠物商店 JPetStore 基础环境配置	173
6.3.2 Apriori 算法在商品推荐功能中的程序实现	177
6.3.3 宠物商店商品销售记录测试数据准备	189

6.3.4 单机版测试效果及问题	199
6.4 使用云数据库进行计算	200
6.4.1 将 MySQL 中的数据复制到 HBase 中	201
6.4.2 使用 MapReduce 计算频繁项集 L[1]	203
6.4.3 得到最终结果	205
6.5 小结	205
第 7 章 云计算在金融计算中的应用	206
7.1 金融计算简介	207
7.2 蒙特卡罗模拟算法	208
7.2.1 一个简单的蒙特卡罗模拟例子	208
7.2.2 编程实现蒙特卡罗计算圆周率	209
7.3 使用蒙特卡罗模拟解决问题	211
7.3.1 蒙特卡罗模拟投资分析基本编码实现	212
7.3.2 测试	214
7.4 云端金融应用需求分析	216
7.4.1 需求分析	216
7.4.2 技术可行性分析	216
7.5 云端金融应用概要设计	216
7.5.1 系统功能	217
7.5.2 系统软硬件架构	217
7.6 云端金融应用系统实现	217
7.7 管理软硬件资源	228
7.8 小结	230
第 8 章 提升办公效率——Excel 与云计算集成	231
8.1 Excel 简介	232
8.1.1 认识 Excel 宏	233
8.1.2 Excel VBA 简介	235
8.1.3 Excel VBA 编程环境	236
8.1.4 Excel VBA 编程	237
8.2 使用 Excel 进行蒙特卡罗模拟	240
8.2.1 需求分析	240
8.2.2 VBA 编码实现	241
8.3 将 Excel 与云计算环境集成	243
8.3.1 Symphony DE COM 组件简介	244
8.3.2 Excel 与 Symphony DE 集成	245
8.3.3 Excel 蒙特卡罗模拟投资分析客户端编码实现	245
8.3.4 测试	253
8.4 小结	253
第 9 章 专业工具软件与云计算集成	255

9.1	MATLAB 简介	256
9.1.1	安装 MATLAB	256
9.1.2	MATLAB 基本使用	256
9.1.3	Parallel Computing Toolbox 简介	258
9.1.4	MATLAB PCT 架构	259
9.1.5	配置 Parallel Computing Toolbox	259
9.2	使用 Parallel Computing Toolbox 提高计算速度	260
9.2.1	使用 MATLAB Job Manager	260
9.2.2	与 Symphony DE 集成	262
9.2.3	MATLAB 与 Java 运行环境集成	268
9.3	将更多的工具运行在云计算环境中	271
9.3.1	通用集成架构探索	272
9.3.2	集成接口探索	274
9.4	小结	279
第 10 章	管理云计算服务平台	280
10.1	一个建立云计算服务平台的机会	281
10.2	IT 服务标准	281
10.2.1	ITIL 简介	282
10.2.2	ITSM 简介	282
10.2.3	IT 管理中的基本概念	282
10.3	实践 IT 服务标准	284
10.3.1	OTRS 简介	284
10.3.2	安装 OTRS	284
10.3.3	创建服务台	287
10.3.4	票单管理	289
10.3.5	服务级别管理	292
10.3.6	变更管理	296
10.3.7	配置管理	300
10.3.8	其他管理	301
10.4	小结	302
附录		303
附录 A	搭建 Java 运行环境	303
附录 B	安装 Tomcat 应用服务器	306
附录 C	安装 JMeter 测试工具	308
附录 D	安装 MySQL 数据库	309
致谢		311
参考文献		312

第 1 章 在云上架构你的应用

在本书策划阶段笔者就一直在想，该以一种什么方式介绍云计算以及云计算应用程序呢？一般来说，介绍一种技术，要先介绍一下它的起源、历史和原理。很多关于云计算的书籍也确实是这样做的，可问题是这样的介绍无法引起足够的兴趣，因为它们介绍的内容往往与在现实中遇到的开发或应用环境有一定距离，笔者不知道这些介绍对于解决碰到的实际问题是否有用。每当看到这样的章节总是匆匆略过。于是笔者开始想假如也这么写，那么各位读者估计也会匆匆略过。但历史性以及原理性的介绍对于理解一门新技术还是很有益处的。于是笔者的思绪回到了自己的第一个能解决实际问题的应用程序，是不是可以把它移植到云计算环境来？

笔者的第一个能解决实际问题的应用程序是一个在宠物商店应用的基础上改进的应用程序。不知道各位是否听说过这个应用。它是一个为 Java 程序员开发 Web 程序而写的例子，最初是在 Java EE 平台上运行的。

本章将介绍如何将一个较为简单的应用移植到自己搭建的云计算环境里，并通过举例逐步介绍云应用程序、云计算环境以及云计算概念的产生与发展。

1.1 Java 宠物商店简介

宠物商店 (JPetStore) 最初是 Sun Microsystems 公司基于 Java EE 平台开发的一个实现实例，它给出了一个完整的宠物商店实现。用户几乎不用修改就可以直接使用这个应用来经营自己的网上宠物商店。当然如果您愿意也可以用来经营别的商品。

最初的 Java 宠物商店由于全部使用 J2EE 平台的技术，而某些 J2EE 平台的技术又对系统硬件要求比较高，所以很多 Java 程序员对原始的 Java 宠物商店程序进行了修改，因此 Java 宠物商店在网上有很多版本。

在本章主要使用 MyBatis 项目的修改版本。

MyBatis 项目是一个开源的数据库访问框架，通过修改配置文件，用户可以快速修改访问数据库的业务逻辑（可以加到注解里）。

这个版本有几个好处：

- 代码质量较高，有专人维护更新。
- 源代码开放，允许开发人员作修改。
- 使用常用的 Web 设计架构 (Struts)，易于跟大家平时的工作相结合。

1.1.1 环境准备

在读者开始部署之前，首先需要了解 Java 宠物商店对操作系统以及环境的要求。与大多数的 Java EE 应用程序一样，它可以安装在大多数支持 Java 程序的操作系统上，比如 Windows、Linux、UNIX。本章以 Windows 为例进行讲解。本章的宠物商店实例中所需软件的版本及下载地址如表 1-1 所示。

表 1-1 软件的版本及下载地址

软件名称	说 明	下 载 地 址
Java 宠物商店	本章示例应用	http://mybatis.googlecode.com
JDK	Java 开发运行工具包	http://java.sun.com
Tomcat	Java 应用服务器	http://tomcat.apache.org
VMware Server	VMware 提供的免费虚拟机服务器	http://www.vmware.com/products/server

关于 JDK、Tomcat 以及 VMware Server 的安装请参阅附录。

下载宠物商店程序后我们将得到一个压缩文件包 mybatis - jpetstore - 6.0.0 - bundle.zip，把它解压缩后，一共有 4 个文件，如表 1-2 所示。

表 1-2 mybatis - jpetstore - 6.0.0 - bundle.zip 压缩文件包内容

软件名称	说 明
NOTICE	软件声明
LICENSE	授权文件，遵循 Apache License, Version 2.0 授权
mybatis - jpetstore - 6.0.0 - sources.jar	源代码
mybatis - jpetstore - 6.0.0.war	宠物商店应用程序

1.1.2 部署 Java 宠物商店

在部署之前还需要准备应用程序所需要的运行环境。

先介绍一下笔者所使用的硬件设备。

- 一台台式机：2G 内存，双核 CPU，操作系统是 Windows 7。用来作为服务器部署宠物商店应用程序。

- 一台便携式计算机：2G 内存，双核 CPU。用来运行测试程序，测试宠物商店的响应速度。

首先，在台式机上使用 VMware Server 虚拟化一个 Windows XP 操作系统，选择 Windows XP 主要是考虑到很多程序员以及国内企业较为熟悉。

该虚拟机初始分配 128 MB 内存，1 个 CPU。另外，使用虚拟机搭建环境更贴近于云计算的真实环境，因为很多云计算产品使用虚拟化技术来提供服务。

使用虚拟化技术部署应用有如下好处：

- 方便服务升级。通过更改虚拟机配置，可以多分配资源给虚拟机。
- 方便应用迁移。虚拟机存储在硬盘的一个文件里，用户可以通过简单的复制文件操作，将应用程序迁移到其他计算机上。
- 便于管理。现在很多虚拟机提供 Web 访问功能（比如 VMware Server），当有多台物理机提供虚拟机服务时，系统管理员可以通过 Web 页面对虚拟机进行管理。

Java 宠物商店默认使用 hsqldb 作为数据库，我们只需要安装应用服务器 Tomcat 6.0 以及 Java 运行环境 JRE 5.0（参见附录）。

运行环境搭建完成后，打开浏览器输入 <http://127.0.0.1:8080/manager/html>，可以看到 Tomcat 应用部署页面，如图 1-1 所示。

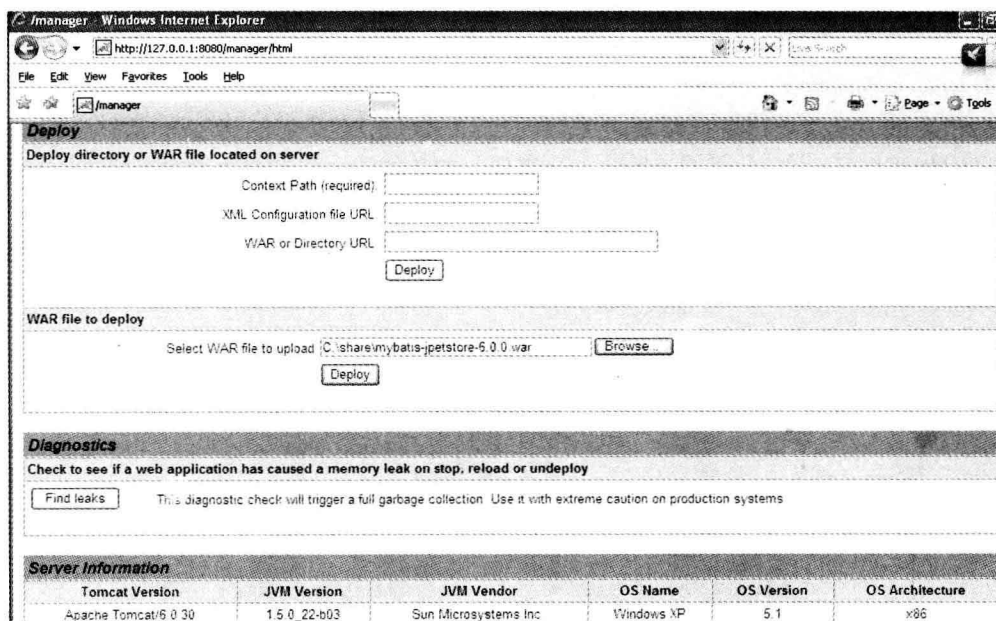


图 1-1 Tomcat 应用部署页面

在 WAR file to deploy 中选择应用程序 mybatis - jpetstore - 6.0.0.war，单击 Deploy 按钮，程序即被部署。

现在用户可以看到宠物商店页面，在浏览器中输入 `http://127.0.0.1:8080/mybatis-jpetstore-6.0.0`，将看到如图 1-2 所示的宠物商店首页面。

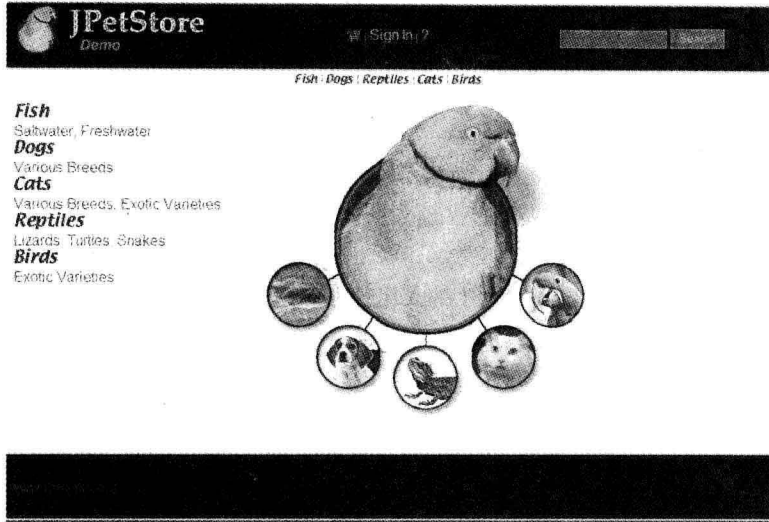


图 1-2 宠物商店首页面

现在用户拥有了一个属于自己的宠物商店，如果用户在一个大的局域网里面，现在就可以给其他人发消息，让他们访问宠物商店了（注：需要把 127.0.0.1 替换成虚拟机使用的真正 IP 地址）。

1.1.3 宠物商店架构介绍

在开始对宠物商店测试之前，我们先来了解一下这个宠物商店应用程序的程序架构，这有利于进行测试以及对应用进行修改。

Java 宠物商店从部署角度可以分成三大部分，即数据库、客户端浏览器以及宠物商店应用服务器。

有些人把这三部分称为模型（Model），视图（View）和运行在应用服务器上的控制器（Controller），简称 MVC 模式，如图 1-3 所示。

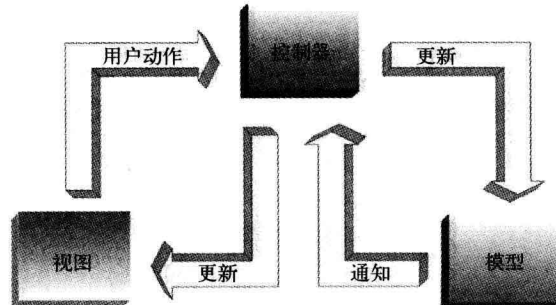


图 1-3 MVC 模式示意图

(1) 视图

视图是用户看到并与之交互的界面。对 Web 应用程序来说,视图就是由 HTML 元素组成的界面。如何处理应用程序的界面变得越来越有挑战性。MVC 模式的一个最大的好处就是它能为用户的应用程序处理很多不同的视图。不管这些数据是联机存储的还是一个雇员列表,在视图中其实没有真正的处理发生,作为视图来讲,它只是作为一种输出数据并允许用户操纵的方式。

(2) 模型

模型表示企业数据和业务规则。在 MVC 模式的三个部分中,模型拥有最多的处理任务。在我们使用的例子中,它通过 MyBatis 框架来构建对象处理数据库。被模型返回的数据是中立的,也就是说模型与数据格式无关,这样一个模型能为多个视图提供数据。由于应用于模型的代码只需写一次就可以被多个视图重用,所以减少了代码的重复性。

(3) 控制器

控制器接受用户的输入并调用模型和视图去满足用户的需求。所以当单击 Web 页面中的超链接或发送 HTML 表单时,控制器本身不输出任何东西和做任何处理。它只是接收请求并决定调用哪个模型构件去处理请求,然后确定用哪个视图来显示模型处理返回的数据。在我们这个应用里,是由应用服务器上的程序负责转发数据。

使用 MVC 模式的另外一个好处就是降低了应用程序实现上的耦合性,开发人员可以根据需要对某一种对象进行修改而不会影响其他部分。在实际开发中,可以由三个不同开发组的程序员并行开发同一个程序,而又互不干扰,从而大大提高了开发效率。

在云计算环境中,我们甚至可以通过购买服务来扩展模型层的逻辑,以及丰富视图层的展示。而我们则可以专注于如何将丰富的资源通过控制器连接在一起。在本书的后续章节,会看到 MVC 模式在云计算环境里的更多应用。

1.2 测试

完成了应用程序的部署之后,需要进行测试,以检测程序是否能满足我们的需要。

对于宠物商店应用程序来说,用户首先接触的是宠物商店的首页面,所以在这一节首先对宠物商店应用的首页访问速度进行测试。

1.2.1 宠物商店访问速度测试

宠物商店应用程序就像是售货员卖东西一样,当只有一两位顾客时,售货员一般可以应付自如,当有多位顾客时,售货员想要满足多个客户的需求就变得有些困难,主要就是反应速度的降低。顾客的满意度自然就会下降。

所以,对一个应用来说,访问速度是客户首先关心的问题。

下面是针对网页访问所总结出的几个关键指标:

- 用户将不会注意少于 0.1 s 的延迟。
- 少于 1 s 的延迟不会中断用户的正常思维,但是一些延迟会被用户注意到。
- 延迟时间少于 10 s,用户会继续等待响应。
- 延迟时间超过 10 s 后,用户将会放弃并开始其他操作。

也就是说，如果响应速度大于 10 s，就一定要针对响应速度做优化。

测试应用程序响应速度的测试工具有很多，这里用 JMeter 测试宠物商店的响应速度（关于 JMeter 的安装请参考附录）。

(1) 创建测试计划

这里模拟 100 个用户，每个用户每隔 1 min 访问，共访问 5 次，取平均值，右键单击 JMeter 测试计划，“添加”→“Threads (Users)”→“线程组”，添加线程组的步骤，如图 1-4 所示。



图 1-4 添加线程组

在打开的页面输入以下内容。

- 名称：JPetStore。
- 线程数：100（模拟 100 个用户）。
- Ramp - Up Period : 60 s（1 min 产生 100 个线程）。
- 循环次数：5 次。

配置线程组的步骤，如图 1-5 所示。

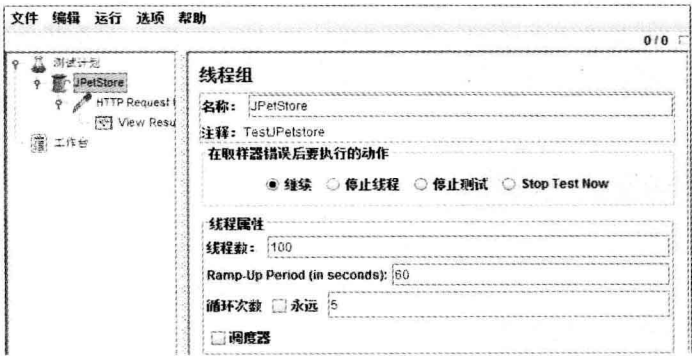


图 1-5 配置线程组

(2) 创建 Http 模拟客户端

右键单击 JPetStore 线程组，“添加”→“Sampler”→“HTTP Request HTTPClient”，步骤如图 1-6 所示。