

Python

自动化运维

技术与最佳实践

刘天斯 著

Automation Operations with Python
Technique and Best Practices

- 中国运维领域偶像级专家、腾讯高级系统工程师在天涯社区和腾讯近10年运维实践的经验和智慧结晶
- 不仅详尽介绍了服务监控、数据报表、系统安全等基础模块，而且深入讲解了自动化操作、系统管理、配置管理、集群管理及大数据应用等高级功能，包含4个完整的综合案例



机械工业出版社
China Machine Press

Linux/Unix技术丛书

Python自动化运维：技术与最佳实践

刘天斯 著

ISBN: 978-7-111-48306-9

本书纸版由机械工业出版社于2014年出版，电子版由华章分社（北京华章图文信息有限公司，北京奥维博世图书发行有限公司）全球范围内制作与发行。

版权所有，侵权必究

客服热线：+ 86-10-68995265

客服信箱：service@bbbvip.com

官方网址：www.hzmedia.com.cn

新浪微博 @研发书局

腾讯微博 @yanfabook

目录

[本书赞誉](#)

[前言](#)

[第一部分 基础篇](#)

[第1章 系统基础信息模块详解](#)

[1.1 系统性能信息模块psutil](#)

[1.2 实用的IP地址处理模块IPy](#)

[1.3 DNS处理模块dnspython](#)

[第2章 业务服务监控详解](#)

[2.1 文件内容差异对比方法](#)

[2.2 文件与目录差异对比方法](#)

[2.3 发送电子邮件模块smtplib](#)

[2.4 探测Web服务质量方法](#)

[第3章 定制业务质量报表详解](#)

[3.1 数据报表之Excel操作模块](#)

[3.2 Python与rrdtool的结合模块](#)

[3.3 生成动态路由轨迹图](#)

[第4章 Python与系统安全](#)

[4.1 构建集中式的病毒扫描机制](#)

[4.2 实现高效的端口扫描器](#)

[第二部分 高级篇](#)

[第5章 系统批量运维管理器pexpect详解](#)

[5.1 pexpect的安装](#)

[5.2 pexpect的核心组件](#)

[5.3 pexpect应用示例](#)

[第6章 系统批量运维管理器paramiko详解](#)

[6.1 paramiko的安装](#)

[6.2 paramiko的核心组件](#)

[6.3 paramiko应用示例](#)

[第7章 系统批量运维管理器Fabric详解](#)

[7.1 Fabric的安装](#)

[7.2 fab的常用参数](#)

[7.3 fabfile的编写](#)

[7.4 Fabric应用示例](#)

[第8章 从“零”开发一个轻量级WebServer](#)

[8.1 Yorserver介绍](#)

[8.2 功能实现方法](#)

[第9章 集中化管理平台Ansible详解](#)

[9.1 YAML语言](#)

[9.2 Ansible的安装](#)

[9.3 定义主机与组规则](#)

[9.4 匹配目标](#)

[9.5 Ansible常用模块及API](#)

[9.6 playbook介绍](#)

[9.7 playbook角色与包含声明](#)

[9.8 获取远程主机系统信息：Facts](#)

[9.9 变量](#)

[9.10 条件语句](#)

[9.11 循环](#)

[9.12 示例讲解](#)

[第10章 集中化管理平台Saltstack详解](#)

[10.1 Saltstack的安装](#)

[10.2 利用Saltstack远程执行命令](#)

[10.3 Saltstack常用模块及API](#)

[10.4 grains组件](#)

[10.5 pillar组件](#)

[10.6 state介绍](#)

[10.7 示例：基于Saltstack实现的配置集中化管理](#)

[第11章 统一网络控制器Func详解](#)

[11.1 Func的安装](#)

[11.2 Func常用模块及API](#)

[11.3 自定义Func模块](#)

[11.4 非Python API接口支持](#)

[11.5 Func的Facts支持](#)

[第12章 Python大数据应用详解](#)

[12.1 环境说明](#)

[12.2 Hadoop部署](#)

[12.3 使用Python编写MapReduce](#)

[12.4 实战分析](#)

[第三部分 案例篇](#)

[第13章 从零开始打造B/S自动化运维平台](#)

[13.1 平台功能介绍](#)

[13.2 系统构架设计](#)

[13.3 数据库结构设计](#)

[13.4 系统环境部署](#)

[13.5 系统功能模块设计](#)

[第14章 打造Linux系统安全审计功能](#)

[14.1 平台功能介绍](#)

[14.2 系统构架设计](#)

[14.3 数据库结构设计](#)

[14.4 系统环境部署](#)

[14.5 服务器端功能设计](#)

[第15章 构建分布式质量监控平台](#)

[15.1 平台功能介绍](#)

[15.2 系统构架设计](#)

[15.3 数据库结构设计](#)

[15.4 系统环境部署](#)

[15.5 服务器端功能设计](#)

[第16章 构建桌面版C/S自动化运维平台](#)

[16.1 平台功能介绍](#)

[16.2 系统构架设计](#)

[16.3 数据库结构设计](#)

[16.4 系统环境部署](#)

[16.5 系统功能模块设计](#)

本书赞誉

市面上介绍互动的、面向对象的Python编程语言的书有很多，其强大而又灵活的特性，使其成为很多企图通过工具来实现工作（半）自动化的运营同学的首选。更难得的是，本书作者以其在腾讯游戏运营的工作经验，辅以大量实际的案例来讲述了他是如何使用Python来解决诸如监控、安全、订制报表和大数据应用等问题，以及构建一个自动化运维的平台来提升运维工作效率，值得一看。

腾讯互动娱乐运营部副总经理 崔晓春

《Python自动化运维：技术与最佳实践》是结合刘天斯先生超过十年，在互联网行业“天涯在线”及“腾讯”等的工作经验，实际贴近工作应用场景所撰写的书籍，没有浮夸的文藻修饰，只有实际的落地执行和动手操做，可以作为大家在工作中的工具书。

全书以系统信息的了解、采集、监控，以及信息良好地输出为开头，以提升个人工作效率的基础运维工具为承接，再深入介绍集中化管理海量机器、系统的方案，并且搭配实际的例子进行介绍，相信能够覆盖读者的大部分应用场景需求，也能够给予读者相关领域的入门指引。

刘天斯先生的精神也是很值得推广和赞赏的，在繁忙的工作之余，能够思考、总结，并且能够以文字的方式与更多的人分享和传承，是除了书籍本身之外，我学习到的重要收获。

腾讯互动娱乐运营部数据中心总监 孙龙君

在移动互联和大数据时代，无论是出于对效率的追逐，还是应对海量规模运维，自动化运维都是企业的必然选择。Python因为具有简单、灵活、功能强大和适合脚本处理等优点，在运维领域被广泛使用，让很多运维工程师从烦琐的日常工作中解放出来。

天斯是运维领域的资深专家，在互联网行业工作多年，不仅具备解决各种运维难题的强大能力，拥有多项专利，还开发过多个运维利器，非常受欢迎。本书是国内第一本讲述Python如何应用在自动化运维领域的著作，是基于天斯对Python自动化运维的深入研究，以及在海量互联网实战经验中总结提炼而来，具有高度可读性和实战价值。

腾讯架构平台部运维服务中心总监 孙雷

刘天斯和我相识于腾讯，期间我正在负责腾讯云平台相关工作。腾讯有一个优良的新员工培养体系，那就是导师制度。有幸作为天斯的导师，让我接触并逐渐深入了解天斯。所以当天斯找到我为本书写推荐语时，我欣然应允，因为共事期间天斯给我留下了深刻的印象。时至今日，在中国的互联网企业里，我认为天斯都是最优秀的架构师之一。

天斯来腾讯工作之前，在中国著名的天涯社区负责整个社区的运维工作，经历了天涯社区从Windows平台到开源架构的大改造，因此对B/S相关产品的技术架构和细节非常熟悉；而天斯又是一个在技术输出领域非常活跃的人，自己维护的技术博客荣获2010年度十大杰出IT博客，在中国互联网技术领域小有名气。

记得来腾讯不到两个星期，天斯就向我提交了一份关于腾讯业务自动化运维的技术文档，从业务的部署到监控再到容灾等，都理解得较为深刻。这份输出文档让我眼前一亮，当时第一感觉是这个典型的在生活中不善言辞的IT男，一定对云计算中的自动运维管理有独到的思维和沉淀。

Python语言作为获得2010年度编程大奖的语言，具备诸多优点：简单、开源、速度快、可移植性强、可扩展性强、面对对象、具备丰富的库等；更可贵的是，作为“胶水语言”，可以把Python嵌入C/C++程序等，从而向程序用户提供脚本功能。

本书从互联网业务自动运维的场景出发，以Python语言为基础，总结了大量的实战案例，这些都是作者在十余年的大型互联网运维工作中的宝贵经验，相信会给读者带来不少的启发。

更难能可贵的是，作者能从通俗易懂的角度出发，由浅入深地剖析Python自动运维管理之道。因此，目前Python水平处于各种层次的读者均能有效地阅读和吸收，各取所需。

最后，感谢天斯能给中国互联网从业者带来这么好的分享，感谢我们的老东家——中国互联网的黄埔军校——腾讯培养了一批又一批的杰出架构师。

开卷有益，我想应该就是指此类书籍吧。

微赢宝创始人 许明

“Operation”，运维在互联网时代一直有着举足轻重的地位，而近

两年运维本身这个群体也变得强大起来，最为显著的特征就是运维人员所出的书越来越多，而都以“专”、“精”为卖点。这也是作为一名运维人员值得骄傲的地方。

伴随着“云时代”、“物联网”的到来，无论数据，还是服务器规模都达到了空前的庞大，企业对运维工作人员的要求也由之前的运维维护转为“DevOps”，即研发型运维；在这个充满挑战的时代，任何一个岗位都需要保持持续学习的状态，而运维更不例外。

“Python”，运维的标配语言，比起Bash、Perl、PHP等，它在系统管理上有着强大的开发能力和完整的工具链。易读易写，兼具面向对象和函数式风格，还有元编程能力都是它的优势所在。最关键的地方在于，可以利用Python系统化地将各个工具进行整合，对运维常用工具进行二次开发，形成一套完整的运维体系。“一套完整的产品生命周期”，这才是运维需要做的事情。

运维“三板斧”：系统安装、命令执行、配置管理，再加上监控与日志分析等这些都是我们最常用的工具，而它们都有Python的版本，例如：Fabric、Ansible、Saltstack、Func等，这些都将在本书《Python自动化运维：技术与最佳实践》中向大家一一呈现，安装、用法、技巧、特别是大量实例一网打尽。为了让读者更好地系统学习，天斯又写了前端以及从“0”开始打造一个运维平台，可谓用心良苦。

未来，中小型企业将精减运维，不会开发的运维，竞争力将显得更加单薄，相信天斯多年运维开发经验的结晶能帮到大家。

西山居架构师，《Puppet实战》作者 刘宇

初识刘天斯先生是邀其参加我在ChinaUnix举办的活动——“千万级pv高性能高并发网站架构与设计交流”，刘天斯先生提出的架构方案，堪称成熟、缜密、灵动，足见其在系统运维领域的功力。纵观《Python自动化运维：技术与最佳实践》一书，都是出自于刘天斯先生在天涯及腾讯工作的一线宝贵经验，相信无论是开发人员还是系统管理员们均能从中学习到新的知识点，使自己的职业生涯更上一个新的台阶。

——融贯资讯系统架构师 余洪春

前言

为什么要写这本书

随着信息时代的迅速发展，尤其是互联网日益融入大众生活，作为这一切背后的IT服务支撑，运维角色的作用越来越大，传统的人工运维方式已经无法满足业务的发展需求，需要从流程化、标准化、自动化去构建运维体系，其中流程化与标准化是自动化的前提条件，自动化的最终目的是提高工作效率、释放人力资源、节约运营成本、提升业务服务质量等。我们该如何达成这个目标呢？运维自动化工具的建设是最重要的途径，具体包括监控、部署变更、安全保障、故障处理、运营数据报表等。本书介绍如何使用Python语言来实现这些功能点，以及Python在我们的自动化运维之路上发挥作用，解决了哪些运维问题等。

为什么是Python？Python是一种面向对象、解释型计算机程序设计语言，由Guido van Rossum于1989年年底发明，具有简单易学、开发效率高、运行速度快、跨平台等特点，尤其是具有大量第三方模块的支持，其中不乏优秀的运维相关组件，例如Saltstack、Ansible、Func、Fabric等。大部分运维人员为非专业开发人士，对他们而言，选择一门上手快、技术门槛低的开发语言非常重要。由于Python具有脚本语言的特点，学习资源多，社区非常活跃，且在Linux平台默认已安装等优势。Python已经是当今运维领域最流行程的开发语言之一。

2003年毕业后，我的第一份工作是当PHP程序员，人力紧张时还要兼顾美工的工作。时常回想，其实也只有在小公司才能修炼出“十八般武艺”。在“非典”肆虐的岁月，大部分公司都闭门不招聘，一个毕业生能有这样的机会锻炼也显得尤为珍贵。工作中一次偶然的机会看到导师诗成兄在黑漆漆的界面中输入不同指令，第一感觉非常震撼，很酷，联想到《黑客帝国》电影中的画面，与之前接触到的Windows系统完全不一样，后来才晓得是Redhat 9（红帽9）。此后很长的一段时间里，整个人完全沉醉在Linux的世界里，处于一种痴迷的状态，那时我还是一个程序员。

到了2005年10月，看到隔壁公司招聘一名Linux系统工程师，抱着试一试的心态去面试，结果出乎意料，我被录用了，这样我就找到了第二个东家——天涯社区。人生的第一个转折点在此酝酿，由于赶上了公司快速发展的阶段，接触到了很多开源技术，包括LVS、Squid、

Haproxy、MongoDB、MySQL、Cfengine等，并且不断在生产环境中应用所学的技术，取得了非常不错的效果，重点业务的高可用持续保持在99.99%。期间新的问题也陆续出现，包括如何更好整合各类开源组件，发挥其最大效能，以及如何高效运营。不可否认，具有开发背景的运维人员有着先天优势，可以在不同角色之间进行思考，扩大视野。期间我参与了推动大量标准化、规范化的建设，以此为前提，开发了“SDR1.0-Linux主机集中管理”、“天涯LVS管理系统”、“天涯服务器管理系统（C/S与B/S版）”、“服务器机柜模拟图平台”、“Varnish缓存推送平台V1.0”等平台，这些平台在很大程度上改变了运维人员手工作坊式的工作模式。在释放人力的同时，我看到国内其他公司的同仁也在做同样的事情，突然间有一个想法，就是开源。此时已经是2009年，这个想法也得到系统部经理小军认可，同年12月陆续在code.google.com平台托管，让业界更深入了解天涯社区的技术架构。凭着这些作品及分享的技术文章，我的博客“运维进行时”（<http://blog.liuts.com/>）荣获了“2010年度十大杰出IT博客”的殊荣。我还先后参与了51CTO、IT168、CU等门户网站以架构、运维为主题的专访，在运维圈得到越来越多同仁的认同。

再谈谈如何与Python结缘。接触Python是从《简明Python教程》开始，由于我有Perl与PHP的基础，学习Python没有太大压力。事实上，Python的简洁、容易上手以及大量第三方模块等特点，深深吸引了我，让我第二次沉醉于知识的海洋。我很快深入学习了Func、Django框架、SQLAlchemy、BeautifulSoup、Pys60、wxPython、Pygame、wmi等经典模块，同时将所学知识应用到运维体系中，解决在工作中碰到的问题。例如，开发的“多节点应用延时监控平台”解决了多运营商网络环境下的业务服务质量监控问题；开发的“Varnish&Squid缓存推送平台”解决了快速刷新缓存对象的问题。再例如，删除敏感帖子的时效性要求非常高，需要在后台触发删除后立即生效，与缓存推送平台对接后很好地解决了这一问题；天涯服务器管理系统（C/S、B/S、移动版）实现自助、智能、多维度接入，提高了运维效率，减少了人工误操作，释放了人力资源，同时标准化与流程化得到技术保障与实施落地。

天涯社区是我个人职业生涯的培育期，让我重新审视自我，明确了未来的规划与定位。2011年9月是我职业生涯的成长期的开始，加盟了腾讯，负责静态图片、大游戏下载业务CDN的运维工作，接触到庞大的用户群、海量的资源（设备、带宽、存储）、世界级的平台、人性化的工作氛围以及大量优秀的同事。所有的这些都深深地吸引着我，也让我的视野与工作能力得到前所未有的提升。分工细化产生运维工作模式

的差异，从“单兵作战”转向“集团军作战”。我继续保持着对新技术的狂热，思考如何使用Python在运维工作中发挥作用。工作期间研究了大量高级组件，包括Paramiko、Fabric、Saltstack、Ansible、Func等，这些组件有了更高级的封装，强大且灵活，贴近各类业务场景。我个人也基于Python开发了集群自动化操作工具——yorauto，在公司各大事业群广泛使用，同时入选公司精品推荐组件。我的部分个人发明专利使用Python作为技术实现。目前我也关注大数据发展趋势，研究Python在大数据领域所扮演的角色。

回到主题“为什么要写这本书”，这一点可以从51CTO对我的专访中找到答案。当时的场景是这样的：

51CTO：您对开源是如何理解的？天涯社区在过去两年间陆续开源了包含LVS管理系统、Varnish缓存推送平台、高性能数据引擎memlink等好几个项目，业内人士对此都十分关注，您认为这给整个产业带来了哪些好处？身为天涯社区的一位运维人员，您认为在这个过程中自己的价值在哪里？

刘天斯：开源就是分享，让更多人受益的同时自己也在提高。经常看到很多朋友都在做监控平台、运维工具。事实上功能惊人相似，大家都在做重复的工作，为什么不能由一个人开源出来，大家一起来使用、完善呢。这样对整个行业来讲，这块的投入成本都会降低，对个体来讲也是资源的整合。如果形成良性循环，行业的生态环境将会有很大程度的改善。本人热衷于开源技术，同样也愿意为开源贡献自己一分微薄之力，希望更多的人能支持开源、参考开源。

这就是我的初衷，也是答案。写书的意义在于将10年的工作沉淀、经验、思路方法做个梳理与总结，同时与大家分享。最终目的是为每个渴望学习、进步、提升的运营人员提供指导。

读者对象

- 系统架构师、运维人员
- 运营开发人员
- Python程序员
- 系统管理员或企业网管

·大专院校的计算机专业学生

如何阅读本书

本书分为三大部分。

第一部分为基础篇（第1~4章），介绍Python在运维领域中的常用基础模块，覆盖了系统基础信息、服务监控、数据报表、系统安全等内容。

第二部分为高级篇（第5~12章），着重讲解Python在系统运维生命周期中的高级应用功能，包括相关自动化操作、系统管理、配置管理、集群管理及大数据应用等内容。

第三部分为案例篇（第13~16章），通过讲解4个不同功能运维平台案例，让读者了解平台的完整架构及开发流程。

说明：

·书中的代码以“【路径】”方式引用，测试路径为“/home/test/模块”、“/data/www/项目”。

·书中涉及的所有示例及源码的Github地址为<https://github.com/yorkoliu/pyauto>，以章节名称作为目录层次结构，模块及项目代码分别存放在对应的章节目录中。

其中第三部分以接近实战的案例来讲解，相比于前两部分更独立。如果你是一名经验丰富Linux管理员且具有Python基础，可以直接切入高级篇。但如果你是一名初学者，请一定从基础篇开始学习。本书不涉及Python基础知识，推荐新手在线学习手册：《简明Python教程》与《深入Python：Dive Into Python中文版》。

勘误和支持

由于笔者的水平有限，且编写时间仓促，书中难免会出现一些错误或者不准确的地方，恳请读者批评指正。为此，特意创建一个在线支持与应急方案问答站点：<http://qa.liuts.com>。你可以将书中的错误发布到“错误反馈”分类中，同时如果你遇到任何问题或有任何建议，也可以在问答站点中发表，我将尽量在线上提供最满意的解答。我也会将及时更新相应的功能更新。如果你有更多的宝贵意见，欢迎发送邮件至邮箱

liutiansi@gmail.com，期待能够得到你们的真挚反馈。

致谢

首先要感谢Guido大神，是他创立了Python语言，同时也要感谢提供Python优秀第三方模块的所有作者，开源的精神与力量在他们身上体现得淋漓尽致。

感谢钟总、王工、诗成兄，是他们给予我第一份工作，也为个人此后的成长提供了非常多的指导。感谢天涯社区的邢总（968）、王总（建科）、小军，是他们提供了这么优秀的平台，让我有机会可以尽情施展才能，体现个人价值。感谢腾讯的Willim（崔晓春）、Tomxiao（肖志立）、Thundersun（孙雷）、Stanleysun（孙龙君）、Trackynong（农益辉）、Chanceli（李飞宏）、Blue（许明）导师，以及接入运维组（TEG）、数据管理组（IEG）所有兄弟姐妹在工作中给予的帮助、指导与支持，让我可以在新的环境继续突破自我，实现自我价值。感谢洪春兄（抚琴煮酒）的引荐，在他的努力下才促成了这本书的合作与出版。

感谢机械工业出版社的编辑杨福川和姜影，在这一年多的时间中始终支持我的写作，他们的鼓励和帮助引导我能顺利完成全部书稿。

感谢已经过世的爷爷，是他深深影响着我的人生观与价值观，他的教导我会永远铭记在心。感谢我的爸爸、妈妈，感谢他们将我培养成人，在成长的过程中不断鼓励、激励我继续前进。感谢姐姐、弟弟，他们是我成长过程中最好的挚友与伙伴。

最后感谢我的爱人杜海英，没有你就没有我们幸福的小家和可爱的宝宝。感谢她支持我做的所有决定，没有她背后默默的支持与鼓励，也没有我今天的成就，更也不会有这本书。我想说：谢谢你！有你真好。

谨以此书献给我最亲爱的家人与我自己，以及众多热爱开源技术的朋友们！

刘天斯（Yorkoliu）

第一部分 基础篇

- 第1章 系统基础信息模块详解
- 第2章 业务服务监控详解
- 第3章 定制业务质量报表详解
- 第4章 Python与系统安全

第1章 系统基础信息模块详解

系统基础信息采集模块作为监控模块的重要组成部分，能够帮助运维人员了解当前系统的健康程度，同时也是衡量业务的服务质量的依据，比如系统资源吃紧，会直接影响业务的服务质量及用户体验，另外获取设备的流量信息，也可以让运维人员更好地评估带宽、设备资源是否应该扩容。本章通过运用Python第三方系统基础模块，可以轻松获取服务关键运营指标数据，包括Linux基本性能、块设备、网卡接口、系统信息、网络地址库等信息。在采集到这些数据后，我们就可以全方位了解系统服务的状态，再结合告警机制，可以在第一时间响应，将异常出现在苗头时就得以处理。

本章通过具体的示例来帮助读者学习、理解并掌握。在本章接下来的内容当中，我们的示例将在一个连续的Python交互环境中进行。

进入Python终端，执行python命令进入交互式的Python环境，像这样：

```
# python
Python 2.6.6 (r266: 84292, Nov 22 2013, 12:16:22)
[GCC 4.4.7 20120313 (Red Hat 4.4.7-4)] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

1.1 系统性能信息模块psutil

psutil是一个跨平台库（<http://code.google.com/p/psutil/>），能够轻松实现获取系统运行的进程和系统利用率（包括CPU、内存、磁盘、网络等）信息。它主要应用于系统监控，分析和限制系统资源及进程的管理。它实现了同等命令行工具提供的功能，如ps、top、lsof、netstat、ifconfig、who、df、kill、free、nice、ionice、iostat、iotop、uptime、pidof、tty、taskset、pmap等。目前支持32位和64位的Linux、Windows、OS X、FreeBSD和Sun Solaris等操作系统，支持从2.4到3.4的Python版本，目前最新版本为2.0.0。通常我们获取操作系统信息往往采用编写shell来实现，如获取当前物理内存总大小及已使用大小，shell命令如下：

```
物理内存total值: free -m | grep Mem | awk '{print $2}'
物理内存used值:  free -m | grep Mem | awk '{print $3}'
```

相比较而言，使用psutil库实现则更加简单明了。psutil大小单位一般都采用字节，如下：

```
>>> import psutil
>>> mem = psutil.virtual_memory()
>>> mem.total, mem.used
(506277888L, 500367360L)
```

psutil的源码安装步骤如下：

```
# wget https://pypi.python.org/packages/source/p/psutil/psutil-2.0.0.tar.gz --no-check-certificate
# tar -xzf psutil-2.0.0.tar.gz
# cd psutil-2.0.0
# python setup.py install
```

1.1.1 获取系统性能信息

采集系统的基本性能信息包括CPU、内存、磁盘、网络等，可以完整描述当前系统的运行状态及质量。psutil模块已经封装了这些方法，用户可以根据自身的应用场景，调用相应的方法来满足需求，非常简单实用。

(1) CPU信息

Linux操作系统的CPU利用率有以下几个部分：

- User Time，执行用户进程的时间百分比；
- System Time，执行内核进程和中断的时间百分比；
- Wait IO，由于IO等待而使CPU处于idle（空闲）状态的时间百分比；
- Idle，CPU处于idle状态的时间百分比。

我们使用Python的psutil.cpu_times（）方法可以非常简单地得到这些信息，同时也可以获取CPU的硬件相关信息，比如CPU的物理个数与逻辑个数，具体见下面的操作例子：

```
>>> import psutil
>>> psutil.cpu_times() #使用cpu_times方法获取CPU完整信息，需要显示所有逻辑CPU信息，
>>> #指定方法变量percpu=True即可，如psutil.cpu_times(percpu=True)
scputimes(user=38.039999999999999, nice=0.01, system=110.88,
idle=177062.59, iowait=53.399999999999999, irq=2.9100000000000001,
softirq=79.579999999999998, steal=0.0, guest=0.0)
>>> psutil.cpu_times().user #获取单项数据信息，如用户user的CPU时间比
38.0
>>> psutil.cpu_count() #获取CPU的逻辑个数，默认logical=True4
>>> psutil.cpu_count(logical=False) #获取CPU的物理个数
2
>>>
```

(2) 内存信息

Linux系统的内存利用率信息涉及total（内存总数）、used（已使用的内存数）、free（空闲内存数）、buffers（缓冲使用数）、cache（缓存使用数）、swap（交换分区使用数）等，分别使用psutil.virtual_memory（）与psutil.swap_memory（）方法获取这些信息，具体见下面的操作例子：

```
>>> import psutil
>>> mem = psutil.virtual_memory() #使用psutil.virtual_memory方法获取内存完整信息
>>> mem
svmem(total=506277888L, available=204951552L, percent=59.5,
used=499867648L, free=6410240L, active=245858304, inactive=163733504,
buffers=117035008L, cached=81506304)
>>> mem.total #获取内存总数
```

```
506277888L
>>>mem.free          #获取空闲内存数
6410240L
>>>psutil.swap_memory()          #获取SWAP分区信息sswap (total=1073733632L,
used=0L, free=1073733632L, percent=0.0, sin=0, sout=0)
>>>
```

(3) 磁盘信息

在系统的所有磁盘信息中，我们更加关注磁盘的利用率及IO信息，其中磁盘利用率使用`psutil.disk_usage`方法获取。磁盘IO信息包括`read_count`（读IO数）、`write_count`（写IO数）、`read_bytes`（IO读字节数）、`write_bytes`（IO写字节数）、`read_time`（磁盘读时间）、`write_time`（磁盘写时间）等。这些IO信息可以使用`psutil.disk_io_counters()`获取，具体见下面的操作例子：

```
>>>psutil.disk_partitions()          #使用psutil.disk_partitions方法获取磁盘完整信息
[sdiskpart (device='/dev/sda1',          mountpoint='/',          fstype='ext4',
opts='rw'),          sdiskpart (device='/dev/sda3',          mountpoint='/data',
fstype='ext4', opts='rw')]
>>>
>>>psutil.disk_usage('/')          #使用psutil.disk_usage方法获取分区（参数）的使用情况
sdiskusage (total=15481577472,          used=4008087552,          free=10687057920,
percent=25.899999999999999)
>>>
>>>psutil.disk_io_counters()          #使用psutil.disk_io_counters获取硬盘总的IO个数、
#读写信息
sdiskio (read_count=9424,          write_count=35824,          read_bytes=128006144,
write_bytes=204312576, read_time=72266, write_time=182485)
>>>
>>>psutil.disk_io_counters(perdisk=True)          #"perdisk=True"参数获取单个分区IO个数、
#读写信息
{'sda2': sdiskio (read_count=322, write_count=0, read_bytes=1445888,
write_bytes=0, read_time=445, write_time=0), 'sda3':
sdiskio (read_count=618, write_count=3, read_bytes=2855936,
write_bytes=12288, read_time=871, write_time=155), 'sda1':
sdiskio (read_count=8484, write_count=35821, read_bytes=123704320,
write_bytes=204300288, read_time=70950, write_time=182330) }
```

(4) 网络信息

系统的网络信息与磁盘IO类似，涉及几个关键点，包括`bytes_sent`（发送字节数）、`bytes_recv=28220119`（接收字节数）、`packets_sent=200978`（发送数据包数）、`packets_recv=212672`（接收数据包数）等。这些网络信息使用`psutil.net_io_counters()`方法获取，具

体见下面的操作例子：

```
>>>psutil.net_io_counters ()          #使用psutil.net_io_counters获取网络总的IO信
息，默
                                #认pernic=False
snetio (bytes_sent=27098178,   bytes_recv=28220119,   packets_sent=200978,
packets_recv=212672,   errin=0,   errout=0,   dropin=0,   dropout=0)
>>>psutil.net_io_counters (pernic=True)    #pernic=True输出每个网络接口的IO信息
{'lo':          snetio (bytes_sent=26406824,          bytes_recv=26406824,
packets_sent=198526,   packets_recv=198526,   errin=0,   errout=0,   dropin=0,
dropout=0),   'eth0':    snetio (bytes_sent=694750,   bytes_recv=1816743,
packets_sent=2478,   packets_recv=14175,   errin=0,   errout=0,   dropin=0,
dropout=0) }
>>>
```

（5）其他系统信息

除了前面介绍的几个获取系统基本信息的方法，psutil模块还支持获取用户登录、开机时间等信息，具体见下面的操作例子：

```
>>>psutil.users ()          #使用psutil.users方法返回当前登录系统的用户信息
[suser (name='root',          terminal='pts/0',          host='192.168.1.103',
started=1394638720.0),          suser (name='root',          terminal='pts/1',
host='192.168.1.103',   started=1394723840.0) ]
>>> import psutil, datetime
>>>psutil.boot_time ()      #使用psutil.boot_time方法获取开机时间，以Linux时间戳格
式返回
1389563460.0
>>>datetime.datetime.fromtimestamp (psutil.boot_time ()) .strftime ("%Y-%m-
%d %H: %M: %S")
'2014-01-12 22: 51: 00'      #转换成自然时间格式
```

1.1.2 系统进程管理方法

获得当前系统的进程信息，可以让运维人员得知应用程序的运行状态，包括进程的启动时间、查看或设置CPU亲和度、内存使用率、IO信息、socket连接、线程数等，这些信息可以呈现出指定进程是否存活、资源利用情况，为开发人员的代码优化、问题定位提供很好的数据参考。

（1）进程信息

psutil模块在获取进程信息方面也提供了很好的支持，包括使用psutil.pids ()方法获取所有进程PID，使用psutil.Process ()方法获取

单个进程的名称、路径、状态、系统资源利用率等信息，具体见下面的操作例子：

```
>>> import psutil
>>> psutil.pids()      #列出所有进程PID
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.....]
>>> p = psutil.Process(2424)  #实例化一个Process对象，参数为一进程PID
>>> p.name()           #进程名
'java'
>>> p.exe()            #进程bin路径
'/usr/java/jdk1.6.0_45/bin/java'
>>> p.cwd()            #进程工作目录绝对路径
'/usr/local/hadoop-1.2.1'
>>> p.status()         #进程状态
'sleeping'
>>> p.create_time()    #进程创建时间，时间戳格式
1394852592.6900001
>>> p.uids()           #进程uid信息
puids(real=0, effective=0, saved=0)
>>> p.gids()           #进程gid信息
pgids(real=0, effective=0, saved=0)
>>> p.cpu_times()      #进程CPU时间信息，包括user、system两个CPU时间
pcputimes(user=9.0500000000000007, system=20.25)
>>> p.cpu_affinity()   #get进程CPU亲和度，如要设置进程CPU亲和度，将CPU号作为参数即可
[0, 1]
>>> p.memory_percent() #进程内存利用率
14.147714861289776
>>> p.memory_info()    #进程内存rss、vms信息
pmem(rss=71626752, vms=1575665664)
>>> p.io_counters()    #进程IO信息，包括读写IO数及字节数
pio(read_count=41133, write_count=16811, read_bytes=37023744, write_bytes=4722688)
>>> p.connections()    #返回打开进程socket的namedutples列表，包括fs、family、laddr
                                     #等信息
[pconn(fd=65, family=10, type=1, laddr=(':', ffff: 192.168.1.20', 9000), raddr=(), .....)]
>>> p.num_threads()     #进程开启的线程数
33
```

(2) popen类的使用

psutil提供的popen类的作用是获取用户启动的应用程序进程信息，以便跟踪程序进程的运行状态。具体实现方法如下：

```
>>> import psutil
>>> from subprocess import PIPE
#通过psutil的Popen方法启动的应用程序，可以跟踪该程序运行的所有相关信息
>>> p = psutil.Popen(["/usr/bin/python", "-c", "print('hello')"], stdout=PIPE)
>>> p.name()
```

```
'python'
>>>p.username ()
'root'
>>>p.communicate ()
('hello\n', None)
>>>p.cpu_times ()      #得到进程运行的CPU时间，更多方法见上一小节
pcputimes (user=0.01,  system=0.040000000000000001)
```



参考提示

- 1.1.1节示例参考<https://github.com/giampaolo/psutil>。
- 1.1.1节模块说明参考官网<http://psutil.readthedocs.org/en/latest/>。

1.2 实用的IP地址处理模块IPy

IP地址规划是网络设计中非常重要的一个环节，规划的好坏会直接影响路由协议算法的效率，包括网络性能、可扩展性等方面，在这个过程中，免不了要计算大量的IP地址，包括网段、网络掩码、广播地址、子网数、IP类型等。Python提供了一个强大的第三方模块IPy (<https://github.com/haypo/python-ipy/>)，最新版本为V0.81。IPy模块可以很好地辅助我们高效完成IP的规划工作，下面进行详细介绍。

以下是IPy模块的安装，这里采用源码的安装方式：

```
# wget https://pypi.python.org/packages/source/I/IPy/IPy-0.81.tar.gz --no-check-certificate
# tar -zxvf IPy-0.81.tar.gz
# cd IPy-0.81
# python setup.py install
```

1.2.1 IP地址、网段的基本处理

IPy模块包含IP类，使用它可以方便处理绝大部分格式为IPv6及IPv4的网络和地址。比如通过version方法就可以区分出IPv4与IPv6，如：

```
>>>IP('10.0.0.0/8').version()
4      #4代表IPv4类型
>>>IP('::1').version()
6      #6代表IPv6类型
```

通过指定的网段输出该网段的IP个数及所有IP地址清单，代码如下：

```
from IPy import IP
ip = IP('192.168.0.0/16')
print ip.len()      #输出192.168.0.0/16网段的IP个数
for x in ip:        #输出192.168.0.0/16网段的所有IP清单
    print(x)
```

执行结果如下：

```
192.168.0.0
192.168.0.1
192.168.0.2
192.168.0.3
192.168.0.4
192.168.0.5
192.168.0.6
192.168.0.7
192.168.0.8
.....
```

下面介绍IP类几个常见的方法，包括反向解析名称、IP类型、IP转换等。

```
>>>from IPy import IP
>>>ip = IP('192.168.1.20')
>>>ip.reverseNames()          #反向解析地址格式
['20.1.168.192.in-addr.arpa.']
>>>ip.iptype()                #192.168.1.20为私网类型'PRIVATE'
>>> IP('8.8.8.8').iptype()     #8.8.8.8为公网类型
'PUBLIC'
>>> IP("8.8.8.8").int()        #转换成整型格式
134744072
>>> IP('8.8.8.8').strHex()     #转换成十六进制格式
'0x8080808'
>>> IP('8.8.8.8').strBin()     #转换成二进制格式
'0000100000001000000010000001000'
>>> print(IP(0x8080808))       #十六进制转成IP格式
8.8.8.8
```

IP方法也支持网络地址的转换，例如根据IP与掩码生产网段格式，如下：

```
>>>from IPy import IP
>>>print(IP('192.168.1.0').make_net('255.255.255.0'))
192.168.1.0/24
>>>print(IP('192.168.1.0/255.255.255.0',
make_net=True))
192.168.1.0/24
>>>print(IP('192.168.1.0-192.168.1.255', make_net=True))
192.168.1.0/24
```

也可以通过strNormal方法指定不同wantprefixlen参数值以定制不同输出类型的网段。输出类型为字符串，如下：

```
>>>IP('192.168.1.0/24').strNormal(0)
'192.168.1.0'
>>>IP('192.168.1.0/24').strNormal(1)
'192.168.1.0/24'
>>>IP('192.168.1.0/24').strNormal(2)
```



```
'192.168.1.0/255.255.255.0'  
>>>IP('192.168.1.0/24').strNormal(3)  
'192.168.1.0-192.168.1.255'
```

wantprefixlen的取值及含义：

- wantprefixlen=0，无返回，如192.168.1.0；
- wantprefixlen=1，prefix格式，如192.168.1.0/24；
- wantprefixlen=2，decimalnetmask格式，如192.168.1.0/255.255.255.0；
- wantprefixlen=3，lastIP格式，如192.168.1.0-192.168.1.255。

1.2.2 多网络计算方法详解

有时候我们想比较两个网段是否存在包含、重叠等关系，比如同网络但不同prefixlen会认为是不相等的网段，如10.0.0.0/16不等于10.0.0.0/24，另外即使具有相同的prefixlen但处于不同的网络地址，同样也视为不相等，如10.0.0.0/16不等于192.0.0.0/16。IPy支持类似于数值型数据的比较，以帮助IP对象进行比较，如：

```
>>>IP('10.0.0.0/24') < IP('12.0.0.0/24')  
True
```

判断IP地址和网段是否包含于另一个网段中，如下：

```
>>> '192.168.1.100' in IP('192.168.1.0/24')  
True  
>>>IP('192.168.1.0/24') in IP('192.168.0.0/16')  
True
```

判断两个网段是否存在重叠，采用IPy提供的overlaps方法，如：

```
>>>IP('192.168.0.0/23').overlaps('192.168.1.0/24')  
1      #返回1代表存在重叠  
>>>IP('192.168.1.0/24').overlaps('192.168.2.0')  
0      #返回0代表不存在重叠
```

示例 根据输入的IP或子网返回网络、掩码、广播、反向解析、

子网数、IP类型等信息。

```
#!/usr/bin/env python
from IPy import IP
ip_s = raw_input('Please input an IP or net-range: ')      #接收用户输入，参
数为IP地址或网段地址
ips = IP(ip_s)
if len(ips) > 1:      #为一个网络地址
    print('net: %s' % ips.net())      #输出网络地址
    print('netmask: %s' % ips.netmask())      #输出网络掩码地址
    print('broadcast: %s' % ips.broadcast())      #输出网络广播地址
    print('reverse address: %s' % ips.reverseNames()[0])      #输出地址反向
解析
    print('subnet: %s' % len(ips))      #输出网络子网数
else:      #为单个IP地址
    print('reverse address: %s' % ips.reverseNames()[0])      #输出IP反向解
析
print('hexadecimal: %s' % ips.strHex())      #输出十六进制地址
print('binary ip: %s' % ips.strBin())      #输出二进制地址
print('iptype: %s' % ips.iptype())      #输出地址类型，如PRIVATE、PUBLIC、
LOOPBACK等
```

分别输入网段、IP地址的运行返回结果如下：

```
# python simple1.py
Please input an IP or net-range: 192.168.1.0/24
net: 192.168.1.0
netmask: 255.255.255.0
broadcast: 192.168.1.255
reverse address: 1.168.192.in-addr.arpa.
subnet: 256
hexadecimal: 0xc0a80100
binaryip: 11000000101010000000000100000000
iptype: PRIVATE
# python simple1.py
Please input an IP or net-range: 192.168.1.20
reverse address: 20.1.168.192.in-addr.arpa.
hexadecimal: 0xc0a80114
binaryip: 11000000101010000000000100010100
iptype: PRIVATE
```



参考提示

·1.2.1节官网文档与示例参考<https://github.com/haypo/python-ipy/>。

·1.2.2节示例1参考<http://blog.philippklaus.de/2012/12/ip-address-analysis-using-python/>和

http://www.sourcecodebrowser.com/ipy/0.62/class_ipy_1_1_ipint.html等文章的IPy类说明。

1.3 DNS处理模块dnspython

dnspython (<http://www.dnspython.org/>) 是Python实现的一个DNS工具包，它支持几乎所有的记录类型，可以用于查询、传输并动态更新ZONE信息，同时支持TSIG（事务签名）验证消息和EDNS0（扩展DNS）。在系统管理方面，我们可以利用其查询功能来实现DNS服务监控以及解析结果的校验，可以代替nslookup及dig等工具，轻松做到与现有平台的整合，下面进行详细介绍。

首先介绍dnspython模块的安装，这里采用源码的安装方式，最新版本为1.9.4，如下：

```
# http: //www.dnspython.org/kits/1.9.4/dnspython-1.9.4.tar.gz
# tar -zxvf dnspython-1.9.4.tar.gz
# cd dnspython-1.9.4
# python setup.py install
```

1.3.1 模块域名解析方法详解

dnspython模块提供了大量的DNS处理方法，最常用的方法是域名查询。dnspython提供了一个DNS解析器类——resolver，使用它的query方法来实现域名的查询功能。query方法的定义如下：

```
query(self, qname, rdtype=1, rdclass=1, tcp=False, source=None,
raise_on_no_answer=True, source_port=0)
```

其中，qname参数为查询的域名。rdtype参数用来指定RR资源的类型，常用的有以下几种：

- A记录，将主机名转换成IP地址；
- MX记录，邮件交换记录，定义邮件服务器的域名；
- CNAME记录，指别名记录，实现域名间的映射；
- NS记录，标记区域的域名服务器及授权子域；
- PTR记录，反向解析，与A记录相反，将IP转换成主机名；

·SOA记录，SOA标记，一个起始授权区的定义。

`rdclass`参数用于指定网络类型，可选的值有IN、CH与HS，其中IN为默认，使用最广泛。`tcp`参数用于指定查询是否启用TCP协议，默认为False（不启用）。`source`与`source_port`参数作为指定查询源地址与端口，默认值为查询设备IP地址和0。`raise_on_no_answer`参数用于指定当查询无应答时是否触发异常，默认为True。

1.3.2 常见解析类型示例说明

常见的DNS解析类型包括A、MX、NS、CNAME等。利用`dnspython`的`dns.resolver.query`方法可以简单实现这些DNS类型的查询，为后面要实现的功能提供数据来源，比如对一个使用DNS轮循业务的域名进行可用性监控，需要得到当前的解析结果。下面一一进行介绍。

（1）A记录

实现A记录查询方法源码。

【/home/test/dnspython/simple1.py】

```
#!/usr/bin/env python
import dns.resolver
domain = raw_input('Please input an domain: ')      #输入域名地址
A = dns.resolver.query(domain, 'A')                #指定查询类型为A记录
for i in A.response.answer:                         #通过response.answer方法获取查询回应信息
    for j in i.items:                               #遍历回应信息
        print j.address
```

运行代码查看结果，这里以`www.google.com`域名为例：

```
# python simple1.py
Please input an domain:  www.google.com
173.194.127.180
173.194.127.178
173.194.127.176
173.194.127.179
173.194.127.177
```

（2）MX记录

实现MX记录查询方法源码。

【/home/test/dnspython/simple2.py】

```
#!/usr/bin/env python
import dns.resolver
domain = raw_input('Please input an domain: ')
MX = dns.resolver.query(domain, 'MX')      #指定查询类型为MX记录
for i in MX:                                #遍历回应结果，输出MX记录的preference及exchanger信息
    print 'MX preference =', i.preference, 'mail exchanger =', i.exchange
```

运行代码查看结果，这里以163.com域名为例：

```
# python simple2.py
Please input an domain: 163.com
MX preference = 10 mail exchanger = 163mx03.mxmail.netease.com.
MX preference = 50 mail exchanger = 163mx00.mxmail.netease.com.
MX preference = 10 mail exchanger = 163mx01.mxmail.netease.com.
MX preference = 10 mail exchanger = 163mx02.mxmail.netease.com.
```

（3）NS记录

实现NS记录查询方法源码。

【/home/test/dnspython/simple3.py】

```
#!/usr/bin/env python
import dns.resolver
domain = raw_input('Please input an domain: ')
ns = dns.resolver.query(domain, 'NS')      #指定查询类型为NS记录
for i in ns.response.answer:
    for j in i.items:
        print j.to_text()
```

只限输入一级域名，如baidu.com。如果输入二级或多级域名，如www.baidu.com，则是错误的。

```
# python simple3.py
Please input an domain:.baidu.com
ns4.baidu.com.
dns.baidu.com.
ns2.baidu.com.
ns7.baidu.com.
ns3.baidu.com.
```

（4）CNAME记录

实现CNAME记录查询方法源码。

```
#!/usr/bin/env python
import dns.resolver
domain = raw_input('Please input an domain: ')
cname = dns.resolver.query(domain, 'CNAME') #指定查询类型为CNAME记录
for i in cname.response.answer:           #结果将回应cname后的目标域名
    for j in i.items:
        print j.to_text()
```

结果将返回cname后的目标域名。

1.3.3 实践：DNS域名轮循业务监控

大部分的DNS解析都是一个域名对应一个IP地址，但是通过DNS轮循技术可以做到一个域名对应多个IP，从而实现最简单且高效的负载均衡，不过此方案最大的弊端是目标主机不可用时无法被自动剔除，因此做好业务主机的服务可用监控至关重要。本示例通过分析当前域名的解析IP，再结合服务端口探测来实现自动监控，在域名解析中添加、删除IP时，无须对监控脚本进行更改。实现架构图如图1-1所示。

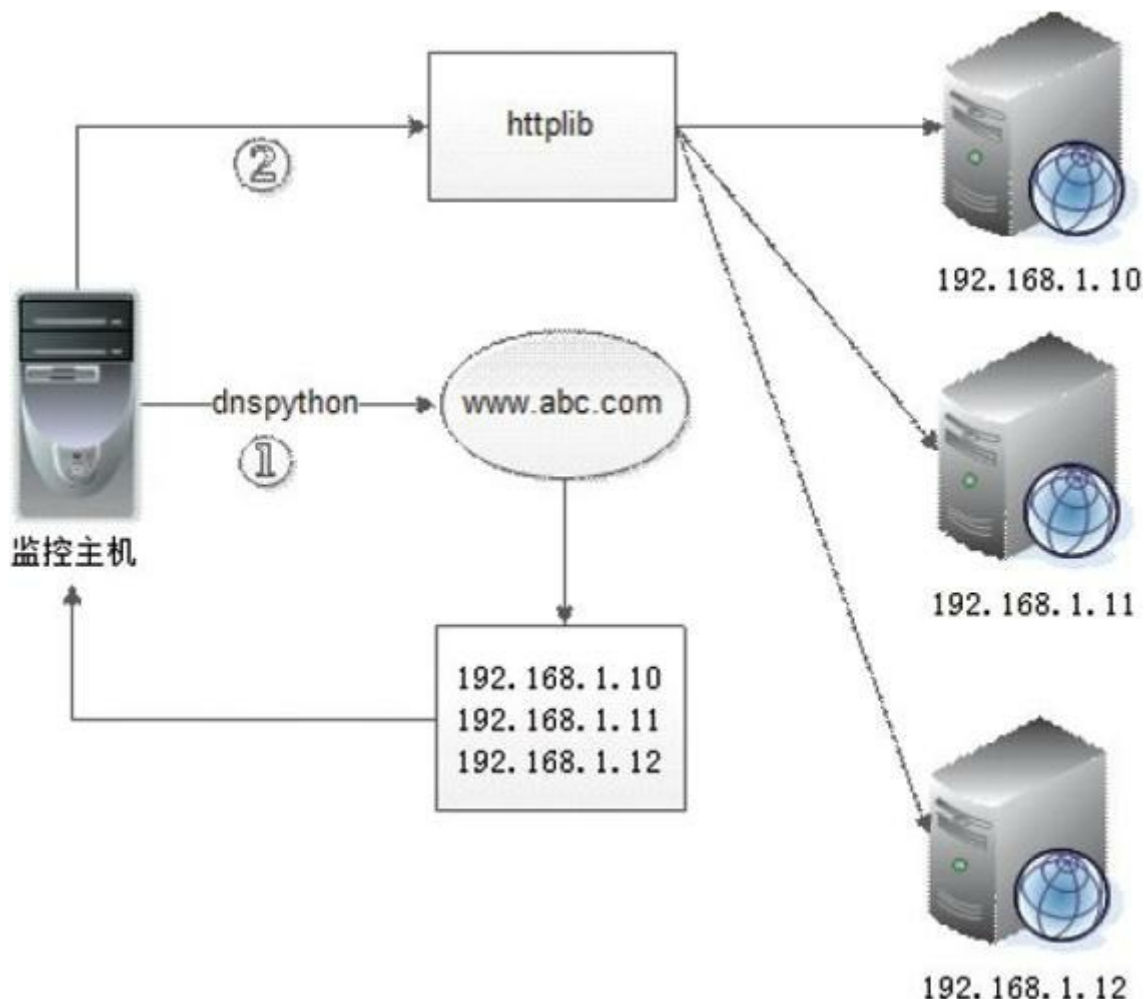


图1-1 DNS多域名业务服务监控架构图

1.步骤

- 1) 实现域名的解析，获取域名所有的A记录解析IP列表；
- 2) 对IP列表进行HTTP级别的探测。

2.代码解析

本示例第一步通过`dns.resolver.query()`方法获取业务域名A记录信息，查询出所有IP地址列表，再使用`httplib`模块的`request()`方法以GET方式请求监控页面，监控业务所有服务的IP是否服务正常。

【/home/test/dnspython/simple5.py】

```
#!/usr/bin/python
import dns.resolver
import os
import httplib
iplist=[]      #定义域名IP列表变量
appdomain="www.google.com.hk"      #定义业务域名
def get_iplist (domain=""):      #域名解析函数，解析成功IP将被追加到iplist
    try:
        A = dns.resolver.query (domain, 'A')      #解析A记录类型
    except Exception, e:
        print "dns resolver error: "+str (e)
        return
    for i in A.response.answer:
        for j in i.items:
            iplist.append (j.address)      #追加到iplist
    return True
def checkip (ip):
    checkurl=ip+": 80"
    getcontent=""
    httplib.socket.setdefaulttimeout (5)      #定义http连接超时时间 (5秒)
    conn=httplib.HTTPConnection (checkurl)      #创建http连接对象
    try:
        conn.request ("GET", "/", headers = {"Host": appdomain})      #发起
URL请求，添                                #加host主机
头
        r=conn.getresponse ()
        getcontent =r.read (15)      #获取URL页面前15个字符，以便做可用性校验
    finally:
        if getcontent=="<!doctype html>":      #监控URL页的内容一般是事先定义好的，
比如                                          #“HTTP200”等
            print ip+" [OK]"
        else:
            print ip+" [Error]"      #此处可放告警程序，可以是邮件、短信通知
if __name__=="__main__":
    if get_iplist (appdomain) and len (iplist) >0:      #条件：域名解析正确且至
少返回一个IP
```



```
        for ip in iplist:
            checkip(ip)
    else:
        print "dns resolver error."
```

我们可以将此脚本放到**crontab**中定时运行，再结合告警程序，这样一个基于域名轮循的业务监控已完成。运行程序，显示结果如下：

```
# python simple5.py
74.125.31.94 [OK]
74.125.128.199 [OK]
173.194.72.94 [OK]
```

从结果可以看出，域名**www.google.com.hk**解析出3个IP地址，并且服务都是正常的。

第2章 业务服务监控详解

业务服务监控是运维体系中最重要的一环，是保证业务服务质量的关键手段。如何更有效地实现业务服务，是每个运维人员应该思考的问题，不同业务场景需定制不同的监控策略。**Python**在监控方面提供了大量的第三方工具，可以帮助我们快速、有效地开发企业级服务监控平台，为我们的业务保驾护航。本章涉及文件与目录差异对比方法、**HTTP**质量监控、邮件告警等内容。

2.1 文件内容差异对比方法

本节介绍如何通过difflib模块实现文件内容差异对比。difflib作为Python的标准库模块，无需安装，作用是对比文本之间的差异，且支持输出可读性比较强的HTML文档，与Linux下的diff命令相似。我们可以使用difflib对比代码、配置文件的差别，在版本控制方面是非常有用。Python 2.3或更高版本默认自带difflib模块，无需额外安装，我们先通过一个简单的示例进行了解。

2.1.1 示例1：两个字符串的差异对比

本示例通过使用difflib模块实现两个字符串的差异对比，然后以版本控制风格进行输出。

【/home/test/difflib/simple1.py】

```
#!/usr/bin/python
import difflib
text1 = """text1:      #定义字符串1
This module provides classes and functions for comparing sequences.
including HTML and context and unified diffs.
difflib document v7.4
add string
"""
text1_lines = text1.splitlines()      #以行进行分隔，以便进行对比
text2 = """text2:      #定义字符串2
This module provides classes and functions for Comparing sequences.
including HTML and context and unified diffs.
difflib document v7.5"""
text2_lines = text2.splitlines()
d = difflib.Differ()      #创建Differ() 对象
diff = d.compare(text1_lines, text2_lines)      # 采用compare方法对字符串进行比较
print '\n'.join(list(diff))
```

本示例采用Differ（）类对两个字符串进行比较，另外difflib的SequenceMatcher（）类支持任意类型序列的比较，HtmlDiff（）类支持将比较结果输出为HTML格式，示例运行结果如图2-1所示。

```
[root@SN2013-08-020 difflib]# python simple1.py
- text1:
?      ^

+ text2:
?      ^

- This module provides classes and functions for comparing sequences.
?                                          ^

+ This module provides classes and functions for Comparing sequences.
?                                          ^

    including HTML and context and unified diffs.
- difflib document v7.4
?              ^

+ difflib document v7.5
?              ^

- add string
```

图2-1 示例运行结果

为方便大家理解差异关系符号，表2-1对各符号含义进行说明。

表2-1 符号含义说明

符号	含义
'-'	包含在第一个序列行中，但不包含在第二个序列行
'+'	包含在第二个序列行中，但不包含在第一个序列行
''	两个序列行一致
'?'	标志两个序列行存在增量差异
'^'	标志出两个序列行存在的差异字符

2.1.2 生成美观的对比HTML格式文档

采用HtmlDiff（）类的make_file（）方法就可以生成美观的HTML文档，对示例1中代码按以下进行修改：

```
d = difflib.Differ ()
diff = d.compare (text1_lines, text2_lines)
print '\n'.join (list (diff))
```

替换成：

```
d = difflib.HtmlDiff ()
print d.make_file (text1_lines, text2_lines)
```

将新文件命名为simple2.py，运行# python simple2.py>diff.html，再使用浏览器打开diff.html文件，结果如图示2-2所示，HTML文档包括了行号、差异标志、图例等信息，可读性增强了许多。

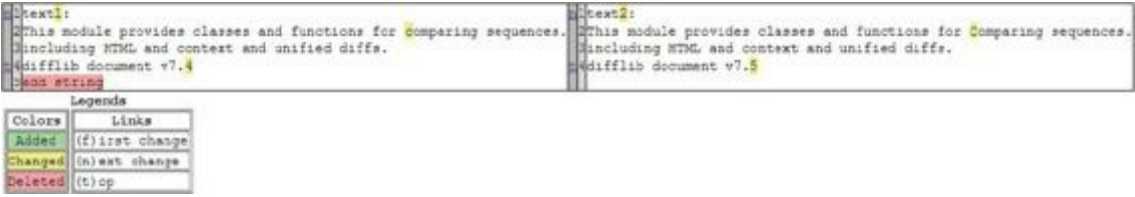


图2-2 在浏览器中打开diff.html文件

2.1.3 示例2：对比Nginx配置文件差异

当我们维护多个Nginx配置时，时常会对比不同版本配置文件的差异，使运维人员更加清晰地了解不同版本迭代后的更新项，实现的思路是读取两个需对比的配置文件，再以换行符作为分隔符，调用difflib.HtmlDiff（）生成HTML格式的差异文档。实现代码如下：

【/home/test/difflib/simple3.py】

```
#!/usr/bin/python
import difflib
import sys
try:
    textfile1=sys.argv[1]      #第一个配置文件路径参数
    textfile2=sys.argv[2]      #第二个配置文件路径参数
except Exception, e:
    print "Error: "+str(e)
    print "Usage:  simple3.py filename1 filename2"
    sys.exit ()
def readfile (filename):      #文件读取分隔函数
    try:
        fileHandle = open (filename, 'rb' )
        text=fileHandle.read().splitlines()      #读取后以行进行分隔
        fileHandle.close ()
        return text
    except IOError as error:
        print ('Read file Error: '+str(error))
        sys.exit ()
if textfile1==" " or textfile2==" ":
    print "Usage:  simple3.py filename1 filename2"
    sys.exit ()
text1_lines = readfile (textfile1)      #调用readfile函数，获取分隔后的字符串
text2_lines = readfile (textfile2)
d = difflib.HtmlDiff ()      #创建HtmlDiff () 类对象
print d.make_file (text1_lines, text2_lines)      #通过make_file方法输出HTML格式的比对结果
```

运行如下代码：

```
# python simple3.py nginx.conf.v1 nginx.conf.v2 > diff.html
```

从图2-3中可以看出nginx.conf.v1与nginx.conf.v2配置文件存在的差异。



参考提示 2.1节示例参考官网文档

<http://docs.python.org/2/library/difflib.html>。

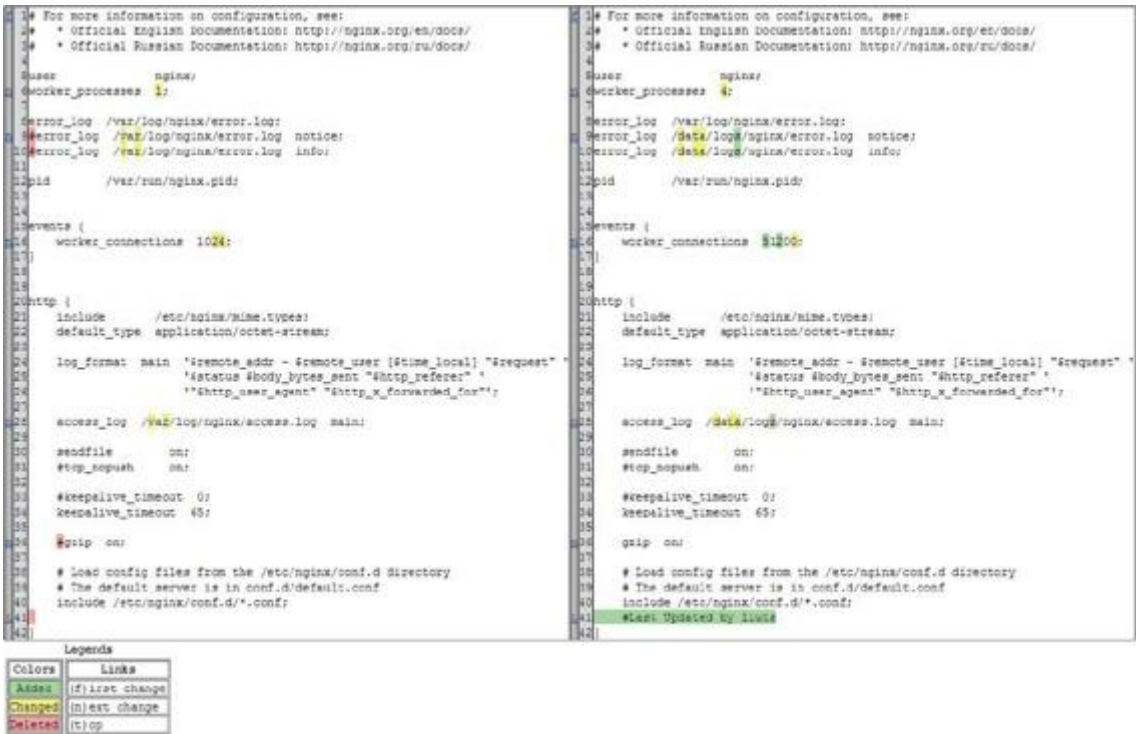


图2-3 nginx.conf.v1与nginx.conf.v2配置文件对比结果

2.2 文件与目录差异对比方法

当我们进行代码审计或校验备份结果时，往往需要检查原始与目标目录的文件一致性，Python的标准库已经自带了满足此需求的模块filecmp。filecmp可以实现文件、目录、遍历子目录的差异对比功能。比如报告中输出目标目录比原始多出的文件或子目录，即使文件同名也会判断是否为同一个文件（内容级对比）等，Python 2.3或更高版本默认自带filecmp模块，无需额外安装，下面进行详细介绍。

2.2.1 模块常用方法说明

filecmp提供了三个操作方法，分别为cmp（单文件对比）、cmpfiles（多文件对比）、dircmp（目录对比），下面逐一进行介绍：

·**单文件对比**，采用filecmp.cmp（f1，f2[, shallow]）方法，比较文件名为f1和f2的文件，相同返回True，不相同返回False，shallow默认为True，意思是只根据os.stat（）方法返回的文件基本信息进行对比，比如最后访问时间、修改时间、状态改变时间等，会忽略文件内容的对比。当shallow为False时，则os.stat（）与文件内容同时进行校验。

示例：比较单文件的差异。

```
>>> filecmp.cmp ("/home/test/filecmp/f1", "/home/test/filecmp/f3")
True
>>> filecmp.cmp ("/home/test/filecmp/f1", "/home/test/filecmp/f2")
False
```

·**多文件对比**，采用filecmp.cmpfiles（dir1，dir2，common[, shallow]）方法，对比dir1与dir2目录给定的文件清单。该方法返回文件名的三个列表，分别为匹配、不匹配、错误。匹配为包含匹配的文件名的列表，不匹配反之，错误列表包括了目录不存在文件、不具备读权限或其他原因导致的不能比较的文件清单。

示例：dir1与dir2目录中指定文件清单对比。

两目录下文件的md5信息如下，其中f1、f2文件匹配；f3不匹配；f4、f5对应目录中不存在，无法比较。

```
[root@SN2013-08-020 dir2]# md5sum *
d9dfc198c249bb4ac341198a752b9458 f1
aa9aa0cac0ffc655ce9232e720bf1b9f f2
33d2119b71f717ef4b981e9364530a39 f3
d9dfc198c249bb4ac341198a752b9458 f5
[root@SN2013-08-020 dir1]# md5sum *
d9dfc198c249bb4ac341198a752b9458 f1
aa9aa0cac0ffc655ce9232e720bf1b9f f2
d9dfc198c249bb4ac341198a752b9458 f3
410d6a485bcf5d2d2d223f2ada9b9c52 f4
```

使用cmpfiles对比的结果如下，符合我们的预期。

```
>>>filecmp.cmpfiles ("/home/test/filecmp/dir1", "/home/test/filecmp/dir2",
['f1', 'f2', 'f3', 'f4', 'f5'])
(['f1', 'f2'], ['f3'], ['f4', 'f5'])
```

·**目录对比**，通过`dircmp` (`a`, `b`[, `ignore`[, `hide`]]) 类创建一个目录比较对象，其中`a`和`b`是参加比较的目录名。`ignore`代表文件名忽略的列表，并默认为`['RCS', 'CVS', 'tags']`；`hide`代表隐藏的列表，默认为`[os.curdir, os.pardir]`。`dircmp`类可以获得目录比较的详细信息，如只有在`a`目录中包括的文件、`a`与`b`都存在的子目录、匹配的文件等，同时支持递归。

`dircmp`提供了三个输出报告的方法：

·`report()`，比较当前指定目录中的内容；

·`report_partial_closure()`，比较当前指定目录及第一级子目录中的内容；

·`report_full_closure()`，递归比较所有指定目录的内容。

为输出更加详细的比较结果，`dircmp`类还提供了以下属性：

·`left`，左目录，如类定义中的`a`；

·`right`，右目录，如类定义中的`b`；

·`left_list`，左目录中的文件及目录列表；

·`right_list`，右目录中的文件及目录列表；

·`common`，两边目录共同存在的文件或目录；

- `left_only`，只在左目录中的文件或目录；
- `right_only`，只在右目录中的文件或目录；
- `common_dirs`，两边目录都存在的子目录；
- `common_files`，两边目录都存在的子文件；
- `common_funny`，两边目录都存在的子目录（不同目录类型或`os.stat()`记录的错误）；
- `same_files`，匹配相同的文件；
- `diff_files`，不匹配的文件；
- `funny_files`，两边目录中都存在，但无法比较的文件；
- `subdirs`，将`common_dirs`目录名映射到新的`dircmp`对象，格式为字典类型。

示例：对比`dir1`与`dir2`的目录差异。

通过调用`dircmp()`方法实现目录差异对比功能，同时输出目录对比对象所有属性信息。

【/home/test/filecmp/simple1.py】

```
import filecmp
a="/home/test/filecmp/dir1"      #定义左目录
b="/home/test/filecmp/dir2"      #定义右目录
dirobj=filecmp.dircmp(a, b, ['test.py'])    #目录比较，忽略test.py文件
#输出对比结果数据报表，详细说明请参考filecmp类方法及属性信息
dirobj.report()
dirobj.report_partial_closure()
dirobj.report_full_closure()
print "left_list: "+ str(dirobj.left_list)
print "right_list: "+ str(dirobj.right_list)
print "common: "+ str(dirobj.common)
print "left_only: "+ str(dirobj.left_only)
print "right_only: "+ str(dirobj.right_only)
print "common_dirs: "+ str(dirobj.common_dirs)
print "common_files: "+ str(dirobj.common_files)
print "common_funny: "+ str(dirobj.common_funny)
print "same_file: "+ str(dirobj.same_files)
print "diff_files: "+ str(dirobj.diff_files)
print "funny_files: "+ str(dirobj.funny_files)
```

为方便理解，通过tree命令输出两个目录的树结构，如图2-4所示。

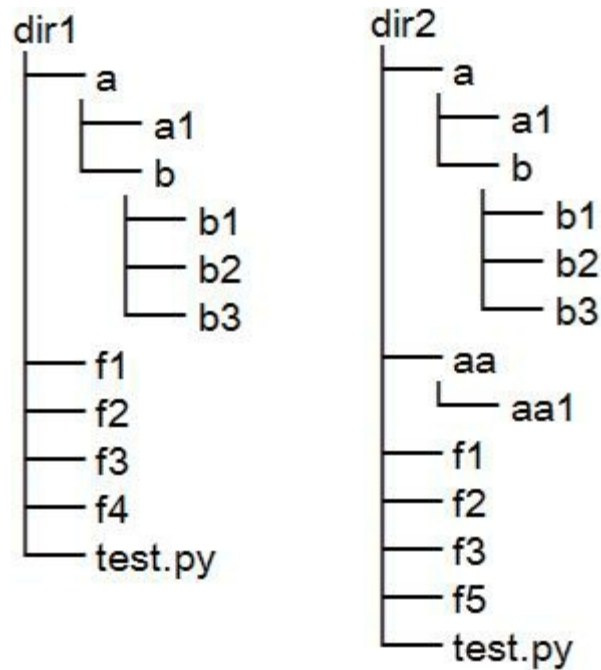


图2-4 通过tree命令输出的两个目录

运行前面的代码并输出，结果如下：

```
# python simple1.py
-----report-----
diff /home/test/filecmp/dir1 /home/test/filecmp/dir2
Only in /home/test/filecmp/dir1 : ['f4']
Only in /home/test/filecmp/dir2 : ['aa', 'f5']
Identical files : ['f1', 'f2']
Differing files : ['f3']
Common subdirectories : ['a']
-----report_partial_closure-----
diff /home/test/filecmp/dir1 /home/test/filecmp/dir2
Only in /home/test/filecmp/dir1 : ['f4']
Only in /home/test/filecmp/dir2 : ['aa', 'f5']
Identical files : ['f1', 'f2']
Differing files : ['f3']
Common subdirectories : ['a']
diff /home/test/filecmp/dir1/a /home/test/filecmp/dir2/a
Identical files : ['a1']
Common subdirectories : ['b']
-----report_full_closure-----
diff /home/test/filecmp/dir1 /home/test/filecmp/dir2
Only in /home/test/filecmp/dir1 : ['f4']
Only in /home/test/filecmp/dir2 : ['aa', 'f5']
Identical files : ['f1', 'f2']
Differing files : ['f3']
Common subdirectories : ['a']
diff /home/test/filecmp/dir1/a /home/test/filecmp/dir2/a
Identical files : ['a1']
Common subdirectories : ['b']
diff /home/test/filecmp/dir1/a/b /home/test/filecmp/dir2/a/b
Identical files : ['b1', 'b2', 'b3']
left_list: ['a', 'f1', 'f2', 'f3', 'f4']
right_list: ['a', 'aa', 'f1', 'f2', 'f3', 'f5']
```

```
common: ['a', 'f1', 'f2', 'f3']
left_only: ['f4']
right_only: ['aa', 'f5']
common_dirs: ['a']
common_files: ['f1', 'f2', 'f3']
common_funny: []
same_file: ['f1', 'f2']
diff_files: ['f3']
funny_files: []
```

2.2.2 实践：校验源与备份目录差异

有时候我们无法确认备份目录与源目录文件是否保持一致，包括源目录中的新文件或目录、更新文件或目录有无成功同步，定期进行校验，没有成功则希望有针对性地进行补备份。本示例使用了filecmp模块的left_only、diff_files方法递归获取源目录的更新项，再通过shutil.copyfile、os.makedirs方法对更新项进行复制，最终保持一致状态。详细源码如下：

【/home/test/filecmp/simple2.py】

```
#!/usr/bin/env python
import os, sys
import filecmp
import re
import shutil
holderlist=[]
def compareme(dir1, dir2):      #递归获取更新项函数
    dircomp=filecmp.dircmp(dir1, dir2)
    only_in_one=dircomp.left_only      #源目录新文件或目录
    diff_in_one=dircomp.diff_files      #不匹配文件，源目录文件已发生变化
    dirpath=os.path.abspath(dir1)      #定义源目录绝对路径
    #将更新文件名或目录追加到holderlist
    [holderlist.append(os.path.abspath(os.path.join(dir1, x))) for x
in only_in_one]
    [holderlist.append(os.path.abspath(os.path.join(dir1, x))) for x
in diff_in_one]
    if len(dircomp.common_dirs) > 0:    #判断是否存在相同子目录，以便递归
        for item in dircomp.common_dirs:    #递归子目录
            compareme(os.path.abspath(os.path.join(dir1, item)), \
            os.path.abspath(os.path.join(dir2, item)))
        return holderlist
def main():
    if len(sys.argv) > 2:      #要求输入源目录与备份目录
        dir1=sys.argv[1]
        dir2=sys.argv[2]
    else:
        print "Usage: ", sys.argv[0], "datadir backupdir"
        sys.exit()
    source_files=compareme(dir1, dir2)    #对比源目录与备份目录
```

```

dir1=os.path.abspath (dir1)
if not dir2.endswith ('/'): dir2=dir2+'/'      #备份目录路径加"/"符
dir2=os.path.abspath (dir2)
destination_files=[]
createdir_bool=False
for item in source_files:      #遍历返回的差异文件或目录清单
    destination_dir=re.sub (dir1, dir2, item)      #将源目录差异路径清单对
应替换成
                                                    #备份目录

    destination_files.append (destination_dir)
    if os.path.isdir (item):      #如果差异路径为目录且不存在，则在备份目录中创
建
        if not os.path.exists (destination_dir):
            os.makedirs (destination_dir)
            createdir_bool=True      #再次调用compareme函数标记
if createdir_bool:      #重新调用compareme函数，重新遍历新创建目录的内容
    destination_files=[]
    source_files=[]
    source_files=compareme (dir1, dir2)      #调用compareme函数
    for item in source_files:      #获取源目录差异路径清单，对应替换成备份目录
        destination_dir=re.sub (dir1, dir2, item)
        destination_files.append (destination_dir)
    print "update item: "
    print source_files      #输出更新项列表清单
    copy_pair=zip (source_files, destination_files)      #将源目录与备份目录文件
清单拆分成元组
    for item in copy_pair:
        if os.path.isfile (item[0]):      #判断是否为文件，是则进行复制操作
            shutil.copyfile (item[0], item[1])
if __name__ == '__main__':
    main ()

```

更新源目录dir1中的f4、code/f3文件后，运行程序结果如下：

```

# python simple2.py /home/test/filecmp/dir1 /home/test/filecmp/dir2
update item:
['/home/test/filecmp/dir1/f4', '/home/test/filecmp/dir1/code/f3']
# python simple2.py /home/test/filecmp/dir1 /home/test/filecmp/dir2
update item:
[]      #再次运行时已经没有更新项了

```



参考提示

·2.2.1节模块方法说明参考

<http://docs.python.org/2/library/filecmp.html>。

·2.2.2节示例参考<http://linuxfreelancer.com/how-do-you-compare-two-folders-and-copy-the-difference-to-a-third-folder>。

2.3 发送电子邮件模块smtpplib

电子邮件是最流行的互联网应用之一。在系统管理领域，我们常常使用邮件来发送告警信息、业务质量报表等，方便运维人员第一时间了解业务的服务状态。本节通过Python的smtpplib模块来实现邮件的发送功能，模拟一个smtp客户端，通过与smtp服务器交互来实现邮件发送的功能，这可以理解成Foxmail的发邮件功能，在第一次使用之前我们需要配置smtp主机地址、邮箱账号及密码等信息，Python 2.3或更高版本默认自带smtpplib模块，无需额外安装。下面详细介绍。

2.3.1 smtpplib模块的常用类与方法

SMTP类定义：smtpplib.SMTP ([host[, port[, local_hostname[, timeout]]]])，作为SMTP的构造函数，功能是与smtp服务器建立连接，在连接成功后，就可以向服务器发送相关请求，比如登录、校验、发送、退出等。host参数为远程smtp主机地址，比如smtp.163.com；port为连接端口，默认为25；local_hostname的作用是在本地主机的FQDN（完整的域名）发送HELO/EHLO（标识用户身份）指令，timeout为连接或尝试在多少秒超时。SMTP类具有如下方法：

- SMTP.connect ([host[, port]])方法，连接远程smtp主机方法，host为远程主机地址，port为远程主机smtp端口，默认25，也可以使用host: port形式来表示，例如：
SMTP.connect (“smtp.163.com”, “25”)。

- SMTP.login (user, password)方法，远程smtp主机的校验方法，参数为用户名与密码，如
SMTP.login (“python_2014@163.com”, “sdjkg358”)。

- SMTP.sendmail (from_addr, to_addrs, msg[, mail_options, rcpt_options])方法，实现邮件的发送功能，参数依次为是发件人、收件人、邮件内容，例如：
SMTP.sendmail (“python_2014@163.com”, “demo@domail.com”, body)，其中body内容定义如下：

```
"""From: python_2014@163.com
To: demo@domail.com
```

```
Subject: test mail
test mail body"""
```

·SMTP.starttls ([keyfile[, certfile]]) 方法，启用TLS（安全传输）模式，所有SMTP指令都将加密传输，例如使用gmail的smtp服务时需要启动此项才能正常发送邮件，如SMTP.starttls（）。

·SMTP.quit（）方法，断开smtp服务器的连接。

下面通过一个简单示例帮助大家理解，目的是使用gmail向QQ邮箱发送测试邮件，代码如下：

```
#!/usr/bin/python
import smtplib
import string
HOST = "smtp.gmail.com"      #定义smtp主机
SUBJECT = "Test email from Python"  #定义邮件主题
TO = "testmail@qq.com"      #定义邮件收件人
FROM = "mymail@gmail.com"    #定义邮件发件人
text = "Python rules them all! "  #邮件内容
BODY = string.join((        #组装sendmail方法的邮件主体内容，各段以"\r\n"进行分隔
    "From: %s" % FROM,
    "To: %s" % TO,
    "Subject: %s" % SUBJECT ,
    "",
    text
), "\r\n")
server = smtplib.SMTP()      #创建一个SMTP()对象
server.connect(HOST, "25")    #通过connect方法连接smtp主机
server.starttls()            #启动安全传输模式
server.login("mymail@gmail.com", "mypassword")  #邮箱账号登录校验
server.sendmail(FROM, [TO], BODY)  #邮件发送
server.quit()                #断开smtp连接
```

我们将收到一封这样的邮件，如图2-5所示。



图2-5 收到的邮件

2.3.2 定制个性化的邮件格式方法

通过邮件传输简单的文本已经无法满足我们的需求，比如我们时

常会定制业务质量报表，在邮件主体中会包含HTML、图像、声音以及附件格式等，MIME（Multipurpose Internet Mail Extensions，多用途互联网邮件扩展）作为一种新的扩展邮件格式很好地补充了这一点，更多MIME知识见<http://zh.wikipedia.org/wiki/MIME>。下面介绍几个Python中常用的MIME实现类：

- `email.mime.multipart.MIMEMultipart`（`[_subtype[, boundary[, _subparts[, _params]]]`），作用是生成包含多个部分的邮件体的MIME对象，参数`_subtype`指定要添加到"Content-type: multipart/subtype"报头的可选的三种子类型，分别为`mixed`、`related`、`alternative`，默认值为`mixed`。定义`mixed`实现构建一个带附件的邮件体；定义`related`实现构建内嵌资源的邮件体；定义`alternative`则实现构建纯文本与超文本共存的邮件体。

- `email.mime.audio.MIMEAudio`（`[_audiodata[, _subtype[, _encoder[, **_params]]]`），创建包含音频数据的邮件体，`_audiodata`包含原始二进制音频数据的字节字符串。

- `email.mime.image.MIMEImage`（`[_imagedata[, _subtype[, _encoder[, **_params]]]`），创建包含图片数据的邮件体，`_imagedata`是包含原始图片数据的字节字符串。

- `email.mime.text.MIMEText`（`[_text[, _subtype[, _charset]]]`），创建包含文本数据的邮件体，`_text`是包含消息负载的字符串，`_subtype`指定文本类型，支持`plain`（默认值）或`html`类型的字符串。

2.3.3 定制常用邮件格式示例详解

前面两小节介绍了Python的`smtplib`及`email`模块的常用方法，那么两者在邮件定制到发送过程中是如何分工的？我们可以将`email.mime`理解成`smtplib`模块邮件内容主体的扩展，从原先默认只支持纯文本格式扩展到HTML，同时支持附件、音频、图像等格式，`smtplib`只负责邮件的投递即可。下面介绍在日常运营工作中邮件应用的几个示例。

示例1：实现HTML格式的数据报表邮件。

纯文本的邮件内容已经不能满足我们多样化的需求，本示例通过引入`email.mime`的`MIMEText`类来实现支持HTML格式的邮件，支持所有

HTML元素，包含表格、图片、动画、CSS样式、表单等。本示例使用HTML的表格定制美观的业务流量报表，实现代码如下：

【/home/test/smtplib/simple2.py】

```
#coding: utf-8
import smtplib
from email.mime.text import MIMEText      #导入MIMEText类
HOST = "smtp.gmail.com"                  #定义smtp主机
SUBJECT = u"官网流量数据报表"            #定义邮件主题
TO = "testmail@qq.com"                   #定义邮件收件人
FROM = "mymail@gmail.com"                 #定义邮件发件人
msg = MIMEText("")                       #创建一个MIMEText对象，分别指定HTML内容、类型（文本或html）、字
                                          #符编码
    <table width="800" border="0" cellspacing="0" cellpadding="4">
        <tr>
            <td bgcolor="#CECFAD" height="20"duokan-code-cn">: 14px">*官网数据
<a href="monitor.domain.com">更多>></a></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#EFEBDE" height="100"duokan-code-cn">: 13px">
                1) 日访问量: <font color=red>152433</font>    访问次数: 23651  页面浏览量:
45123  点击数: 545122  数据流量: 504Mb<br>
                2) 状态码信息<br>
                &nbsp; &nbsp; &nbsp; 500: 105    404: 3264    503: 214<br>
                3) 访客浏览器信息<br>
                &nbsp; &nbsp; &nbsp; IE: 50%    firefox: 10%  chrome: 30%  other: 10%<br>
                4) 页面信息<br>
                &nbsp; &nbsp; &nbsp; /index.php 42153<br>
                &nbsp; &nbsp; &nbsp; /view.php 21451<br>
                &nbsp; &nbsp; &nbsp; /login.php 5112<br>
            </td>
        </tr>
    </table>""", "html", "utf-8")
msg['Subject'] = SUBJECT                  #邮件主题
msg['From']=FROM                          #邮件发件人，邮件头部可见
msg['To']=TO                              #邮件收件人，邮件头部可见
try:
    server = smtplib.SMTP()               #创建一个SMTP()对象
    server.connect(HOST, "25")             #通过connect方法连接smtp主机
    server.starttls()                     #启动安全传输模式
    server.login("mymail@gmail.com", "mypassword")      #邮箱账号登录校验
    server.sendmail(FROM, TO, msg.as_string())          #邮件发送
    server.quit()                          #断开smtp连接
    print "邮件发送成功！"
except Exception, e:
    print "失败: "+str(e)
```

代码运行结果如图2-6所示，我们将业务日志分析结果定期推送给管理员，以方便管理员了解业务的服务情况。



图2-6 示例1运行结果

示例2：实现图文格式的服务器性能报表邮件。

示例1通过MIMEText类来实现HTML格式的邮件，当要求包含图片数据的邮件内容时，需要引用MIMEImage类，若邮件主体由多个MIME对象组成，则同时需引用MIMEMultipart类来进行组装。本示例通过MIMEText与MIMEImage类的组合来实现图文格式的服务器性能报表邮件的定制，实现代码如下：

【/home/test/smtplib/simple3.py】

```
#coding: utf-8
import smtplib
from email.mime.multipart import MIMEMultipart    #导入MIMEMultipart类
from email.mime.text import MIMEText             #导入MIMEText类
from email.mime.image import MIMEImage           #导入MIMEImage类
HOST = "smtp.gmail.com"                         #定义smtp主机
SUBJECT = u"业务性能数据报表"                   #定义邮件主题
TO = "testmail@qq.com"                         #定义邮件收件人
FROM = "mymail@gmail.com"                       #定义邮件发件人
def addimg(src, imgid):                          #添加图片函数，参数1：图片路径，参数2：图片id
    fp = open(src, 'rb')                         #打开文件
    msgImage = MIMEImage(fp.read())              #创建MIMEImage对象，读取图片内容并作为
    参数
    fp.close()                                   #关闭文件
    msgImage.add_header('Content-ID', imgid)      #指定图片文件的Content-ID，
    <img>
                                                    #标签src用到
    return msgImage                             #返回msgImage对象
msg = MIMEMultipart('related')                  #创建MIMEMultipart对象，采用related定义内嵌
    资源
                                                    #的邮件体
msgtext = MIMEText("""                          #创建一个MIMEText对象，HTML元素包括表格<table>及图片
<img>
<table width="600" border="0" cellspacing="0" cellpadding="4">
    <tr bgcolor="#CECFAD" height="20" duokan-code-cn">: 14px">
        <td colspan=2>*官网性能数据  <a href="monitor.domain.com">更多>></a>
    </td>
```

```

</tr>
<tr bgcolor="#EFEBDE" height="100"duokan-code-cn">: 13px">
    <td>
        </td><td>
        </td>
    </tr>
<tr bgcolor="#EFEBDE" height="100"duokan-code-cn">: 13px">
    <td>
        </td><td>
        </td>
    </tr>
</table>""", "html", "utf-8")    #<img>标签的src属性是通过Content-ID来引用
的
msg.attach (msgtext)            #MIMEMultipart对象附加MIMEText的内容
msg.attach (adding ("img/bytes_io.png", "io"))        #使用MIMEMultipart对象附加
MIMEImage                                #的内容
msg.attach (adding ("img/myisam_key_hit.png", "key_hit"))
msg.attach (adding ("img/os_mem.png", "men"))
msg.attach (adding ("img/os_swap.png", "swap"))
msg['Subject'] = SUBJECT        #邮件主题
msg['From']=FROM                #邮件发件人, 邮件头部可见
msg['To']=TO                    #邮件收件人, 邮件头部可见
try:
    server = smtplib.SMTP ()    #创建一个SMTP () 对象
    server.connect (HOST, "25")    #通过connect方法连接smtp主机
    server.starttls ()            #启动安全传输模式
    server.login ("mymail@gmail.com", "mypassword")    #邮箱账号登录校验
    server.sendmail (FROM, TO, msg.as_string ())    #邮件发送
    server.quit ()                #断开smtp连接
    print "邮件发送成功! "
except Exception, e:
    print "失败: "+str (e)

```

代码运行结果如图2-7所示，我们将业务服务器性能数据定期推送给管理员，以方便管理员了解业务的服务情况。



图2-7 示例2运行结果

示例3：实现带附件格式的业务服务质量周报邮件。

本示例通过MIMEText与MIMEImage类的组合，实现图文邮件格式。另通过MIMEText类再定义Content-Disposition属性来实现带附件的邮件。我们可以利用这些丰富的特性来定制周报邮件，如业务服务质量周报。实现代码如下：

【/home/test/smtplib/simple4.py】

```
#coding: utf-8
import smtplib
from email.mime.multipart import MIMEMultipart #导入MIMEMultipart类
from email.mime.text import MIMEText #导入MIMEText类
from email.mime.image import MIMEImage #导入MIMEImage类
HOST = "smtp.gmail.com" #定义smtp主机
SUBJECT = u"官网业务服务质量周报" #定义邮件主题
TO = "testmail@qq.com" #定义邮件接收人
FROM = "mymail@gmail.com" #定义邮件发件人
def addimg(src, imgid): #添加图片函数，参数1：图片路径，参数2：图片id
    fp = open(src, 'rb') #打开文件
    msgImage = MIMEImage(fp.read()) #创建MIMEImage对象，读取图片内容作为参
    fp.close() #关闭文件
    msgImage.add_header('Content-ID', imgid) #指定图片文件的Content-ID，
    <img> #标签src用到
    return msgImage #返回msgImage对象
msg = MIMEMultipart('related') #创建MIMEMultipart对象，采用related定义内嵌
资源
#的邮件体
#创建一个MIMEText对象，HTML元素包括文字与图片<img>
```

```

msgtext = MIMEText("<font color=red>官网业务周平均延时图表: <br><img  

src=\"cid: weekly\" border=\"1\"><br>详细内容见附件。</font>", "html", "utf-  

8")
msg.attach(msgtext) #MIMEMultipart对象附加MIMEText的内容
msg.attach(addimg("img/weekly.png", "weekly")) #使用MIMEMultipart对象附  

加 # MIMEImage的内容

#创建一个MIMEText对象, 附加week_report.xlsx文档
attach = MIMEText(open("doc/week_report.xlsx", "rb").read(),  

"base64", "utf-8")
attach["Content-Type"] = "application/octet-stream" #指定文件格式类型
#指定Content-Disposition值为attachment则出现下载保存对话框, 保存的默认文件名使用  

#filename指定
#由于qqmail使用gb18030页面编码, 为保证中文文件名不出现乱码, 对文件名进行编码转换
attach["Content-Disposition"] = "attachment; filename=\"业务服务质量周报(12  

周).xlsx\"".decode("utf-8").encode("gb18030")
msg.attach(attach) #MIMEMultipart对象附加MIMEText附件内容
msg['Subject'] = SUBJECT #邮件主题
msg['From']=FROM #邮件发件人, 邮件头部可见
msg['To']=TO #邮件收件人, 邮件头部可见
try:
    server = smtplib.SMTP() #创建一个SMTP()对象
    server.connect(HOST, "25") #通过connect方法连接smtp主机
    server.starttls() #启动安全传输模式
    server.login("mymail@gmail.com", "mypassword") #邮箱账号登录校验
    server.sendmail(FROM, TO, msg.as_string()) #邮件发送
    server.quit() #断开smtp连接
    print "邮件发送成功!"
except Exception, e:
    print "失败: "+str(e)

```

代码运行结果如图2-8所示, 实现了发送业务服务质量周报的邮件功能。

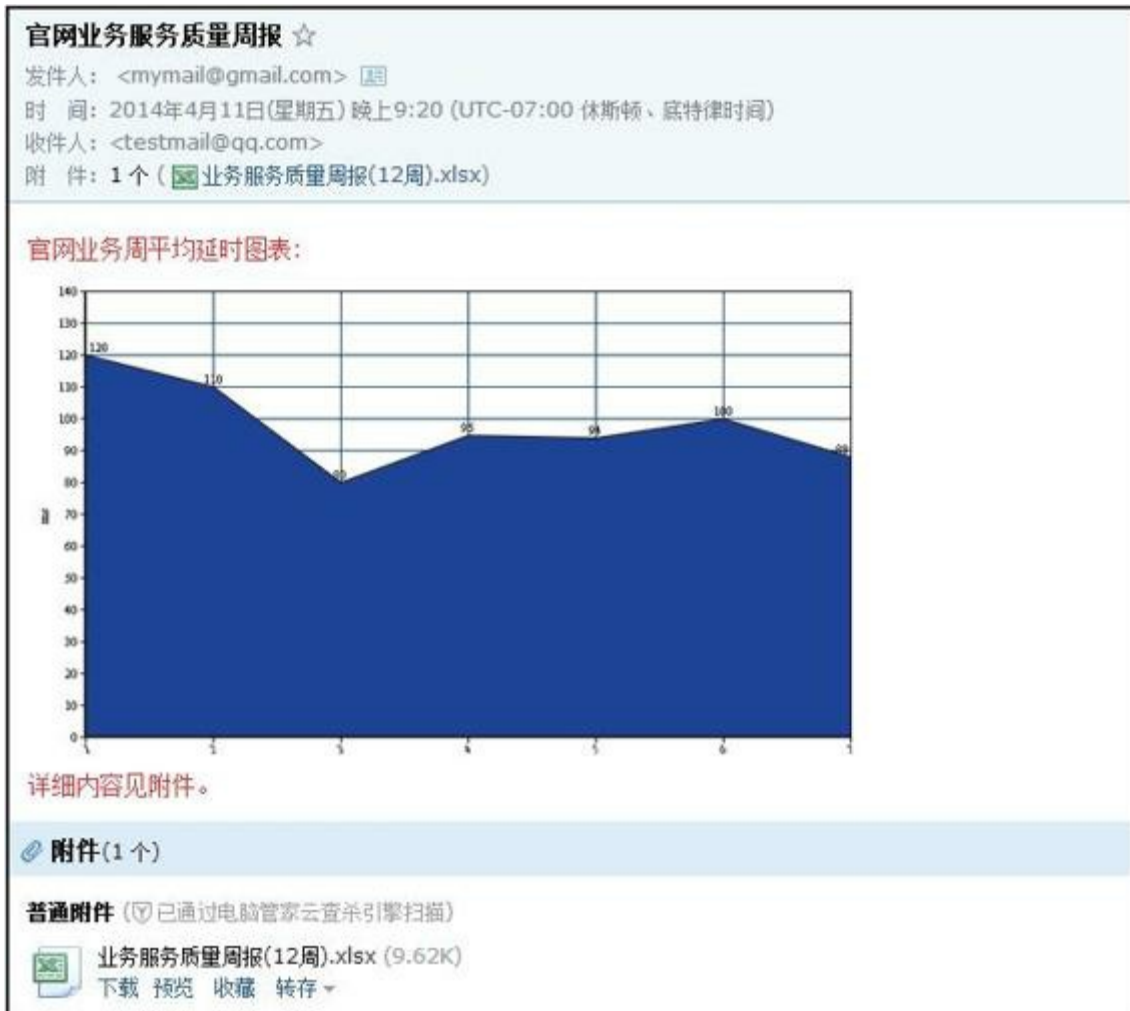


图2-8 示例3的运行结果



参考提示

·2.3.1节smtpplib模块的常用类与方法内容参考

<https://docs.python.org/2.7/library/smtpplib.html>。

·2.3.2节email.mime常用类定义内容参考

<https://docs.python.org/2.7/library/email.mime.html>。

2.4 探测Web服务质量方法

`pycurl` (<http://pycurl.sourceforge.net>) 是一个用C语言写的libcurl Python实现，功能非常强大，支持的操作协议有FTP、HTTP、HTTPS、TELNET等，可以理解成Linux下curl命令功能的Python封装，简单易用。本节通过调用pycurl提供的方法，实现探测Web服务质量的情况，比如响应的HTTP状态码、请求延时、HTTP头信息、下载速度等，利用这些信息可以定位服务响应慢的具体环节，下面详细进行说明。

pycurl模块的安装方法如下：

```
easy_install pycurl      #easy_install安装方法
pip install pycurl      #pip安装方法
#源码安装方法
# 要求curl-config包支持，需要源码方式重新安装curl
# wget http://curl.haxx.se/download/curl-7.36.0.tar.gz
# tar -zxvf curl-7.36.0.tar.gz
# cd curl-7.36.0
# ./configure
# make && make install
# export LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib
#
#      wget      https://pypi.python.org/packages/source/p/pycurl/pycurl-
7.19.3.1.tar.gz --no-check-certificate
# tar -zxvf pycurl-7.19.3.1.tar.gz
# cd pycurl-7.19.3.1
# python setup.py install --curl-config=/usr/local/bin/curl-config
```

校验安装结果如下：

```
>>> import pycurl
>>> pycurl.version
'PyCURL/7.19.3.1 libcurl/7.36.0 OpenSSL/1.0.1e zlib/1.2.3'
```

2.4.1 模块常用方法说明

`pycurl.Curl()` 类实现创建一个libcurl包的Curl句柄对象，无参数。更多关于libcurl包的介绍见<http://curl.haxx.se/libcurl/c/libcurl-tutorial.html>。下面介绍Curl对象几个常用的方法。

·`close()` 方法，对应libcurl包中的`curl_easy_cleanup`方法，无参数，实现关闭、回收Curl对象。

·`perform()` 方法，对应libcurl包中的`curl_easy_perform`方法，无参数，实现Curl对象请求的提交。

·`setopt(option, value)` 方法，对应libcurl包中的`curl_easy_setopt`方法，参数`option`是通过libcurl的常量来指定的，参数`value`的值会依赖`option`，可以是一个字符串、整型、长整型、文件对象、列表或函数等。下面列举常用的常量列表：

```
c = pycurl.Curl()          #创建一个curl对象
c.setopt(pycurl.CONNECTTIMEOUT, 5)      #连接的等待时间，设置为0则不等待
c.setopt(pycurl.TIMEOUT, 5)             #请求超时时间
c.setopt(pycurl.NOPROGRESS, 0)          #是否屏蔽下载进度条，非0则屏蔽
c.setopt(pycurl.MAXREDIRS, 5)           #指定HTTP重定向的最大数
c.setopt(pycurl.FORBID_REUSE, 1)        #完成交互后强制断开连接，不重用
c.setopt(pycurl.FRESH_CONNECT, 1)       #强制获取新的连接，即替代缓存中的连接
c.setopt(pycurl.DNS_CACHE_TIMEOUT, 60)   #设置保存DNS信息的时间，默认为120秒
c.setopt(pycurl.URL, "http://www.baidu.com") #指定请求的URL
c.setopt(pycurl.USERAGENT, "Mozilla/5.2 (compatible; MSIE 6.0; Windows NT 5.1; SV1; .NET CLR 1.1.4322; .NET CLR 2.0.50324)") #配置请求HTTP头的User-Agent
c.setopt(pycurl.HEADERFUNCTION, getheader) #将返回的HTTP HEADER定向到回调函数getheader
c.setopt(pycurl.WRITEFUNCTION, getbody)   #将返回的内容定向到回调函数getbody
c.setopt(pycurl.WRITEHEADER, fileobj)     #将返回的HTTP HEADER定向到fileobj文件对象
c.setopt(pycurl.WRITEDATA, fileobj)       #将返回的HTML内容定向到fileobj文件对象
```

·`getinfo(option)` 方法，对应libcurl包中的`curl_easy_getinfo`方法，参数`option`是通过libcurl的常量来指定的。下面列举常用的常量列表：

```
c = pycurl.Curl()          #创建一个curl对象
c.getinfo(pycurl.HTTP_CODE) #返回的HTTP状态码
c.getinfo(pycurl.TOTAL_TIME) #传输结束所消耗的总时间
c.getinfo(pycurl.NAMELOOKUP_TIME) #DNS解析所消耗的时间
c.getinfo(pycurl.CONNECT_TIME) #建立连接所消耗的时间
c.getinfo(pycurl.PRETRANSFER_TIME) #从建立连接到准备传输所消耗的时间
c.getinfo(pycurl.STARTTRANSFER_TIME) #从建立连接到传输开始消耗的时间
c.getinfo(pycurl.REDIRECT_TIME) #重定向所消耗的时间
c.getinfo(pycurl.SIZE_UPLOAD) #上传数据包大小
c.getinfo(pycurl.SIZE_DOWNLOAD) #下载数据包大小
c.getinfo(pycurl.SPEED_DOWNLOAD) #平均下载速度
c.getinfo(pycurl.SPEED_UPLOAD) #平均上传速度
c.getinfo(pycurl.HEADER_SIZE) #HTTP头部大小
```

我们利用libcurl包提供的这些常量值来达到探测Web服务质量的目
的。

2.4.2 实践：实现探测Web服务质量

HTTP服务是最流行的互联网应用之一，服务质量的好坏关系到用户体验以及网站的运营服务水平，最常用的有两个标准，一为服务的可用性，比如是否处于正常提供服务状态，而不是出现404页面未找到或500页面错误等；二为服务的响应速度，比如静态类文件下载时间都控制在毫秒级，动态CGI为秒级。本示例使用pycurl的setopt与getinfo方法实现HTTP服务质量的探测，获取监控URL返回的HTTP状态码，HTTP状态码采用pycurl.HTTP_CODE常量得到，以及从HTTP请求到完成下载期间各环节的响应时间，通过pycurl.NAMELOOKUP_TIME、pycurl.CONNECT_TIME、pycurl.PRETRANSFER_TIME、pycurl.R等常量来实现。另外通过pycurl.WRITEHEADER、pycurl.WRITEDATA常量得到目标URL的HTTP响应头部及页面内容。实现源码如下：

【/home/test/pycurl/simple1.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import os, sys
import time
import sys
import pycurl
URL="http://www.google.com.hk"      #探测的目标URL
c = pycurl.Curl()                  #创建一个Curl对象
c.setopt(pycurl.URL, URL)          #定义请求的URL常量
c.setopt(pycurl.CONNECTTIMEOUT, 5)  #定义请求连接的等待时间
c.setopt(pycurl.TIMEOUT, 5)         #定义请求超时时间
c.setopt(pycurl.NOPROGRESS, 1)      #屏蔽下载进度条
c.setopt(pycurl.FORBID_REUSE, 1)    #完成交互后强制断开连接，不重用
c.setopt(pycurl.MAXREDIRS, 1)       #指定HTTP重定向的最大数为1
c.setopt(pycurl.DNS_CACHE_TIMEOUT, 30) #设置保存DNS信息的时间为30秒
#创建一个文件对象，以"wb"方式打开，用来存储返回的http头部及页面内容
indexfile = open(os.path.dirname(os.path.realpath(__file__))
+"/content.txt", "wb")
c.setopt(pycurl.WRITEHEADER, indexfile) #将返回的HTTP HEADER定向到
indexfile文件对象
c.setopt(pycurl.WRITEDATA, indexfile)   #将返回的HTML内容定向到indexfile文
件对象
try:
    c.perform() #提交请求
except Exception, e:
    print "connecion error: "+str(e)
    indexfile.close()
    c.close()
    sys.exit()
NAMELOOKUP_TIME = c.getinfo(c.NAMELOOKUP_TIME) #获取DNS解析时间
CONNECT_TIME = c.getinfo(c.CONNECT_TIME) #获取建立连接时间
PRETRANSFER_TIME = c.getinfo(c.PRETRANSFER_TIME) #获取从建立连接到准备传
输所消
#耗的时间
```



```

STARTTRANSFER_TIME = c.getinfo (c.STARTTRANSFER_TIME)      #获取从建立连接到传
输开始消
                                                                #耗的时间
TOTAL_TIME = c.getinfo (c.TOTAL_TIME)      #获取传输的总时间
HTTP_CODE = c.getinfo (c.HTTP_CODE)      #获取HTTP状态码
SIZE_DOWNLOAD = c.getinfo (c.SIZE_DOWNLOAD)      #获取下载数据包大小
HEADER_SIZE = c.getinfo (c.HEADER_SIZE)      #获取HTTP头部大小
SPEED_DOWNLOAD=c.getinfo (c.SPEED_DOWNLOAD)      #获取平均下载速度
#打印输出相关数据
print "HTTP状态码: %s" % (HTTP_CODE)
print "DNS解析时间: %.2f ms"% (NAMELOOKUP_TIME*1000)
print "建立连接时间: %.2f ms" % (CONNECT_TIME*1000)
print "准备传输时间: %.2f ms" % (PRETRANSFER_TIME*1000)
print "传输开始时间: %.2f ms" % (STARTTRANSFER_TIME*1000)
print "传输结束总时间: %.2f ms" % (TOTAL_TIME*1000)
print "下载数据包大小: %d bytes/s" % (SIZE_DOWNLOAD)
print "HTTP头部大小: %d byte" % (HEADER_SIZE)
print "平均下载速度: %d bytes/s" % (SPEED_DOWNLOAD)
#关闭文件及Curl对象
indexfile.close ()
c.close ()

```

代码的执行结果如图2-9所示。

```

[root@SN2013-08-020 pycurl]# python simple1.py
HTTP状态码: 200
DNS解析时间: 113.18 ms
建立连接时间: 300.70 ms
准备传输时间: 301.06 ms
传输开始时间: 507.36 ms
传输结束总时间: 507.52 ms
下载数据包大小: 12006 bytes/s
HTTP头部大小: 798 byte
平均下载速度: 23656 bytes/s

```

图2-9 探测到的Web服务质量

查看获取的HTTP文件头部及页面内容文件content.txt，如图2-10所示。

```

HTTP/1.1 200 OK^M
Date: Wed, 23 Apr 2014 15:19:04 GMT^M
Expires: -1^M
Cache-Control: private, max-age=0^M
Content-Type: text/html; charset=Big5^M
Set-Cookie: PREF-ID=e2c1021e3b4d36e8:FF=0:NW=1:TM=1398266344:LM=1398266344:S=X1ev4S-
Set-Cookie: NID=67=P9W3T5im7sfXTfZVXP9m0SQq9SB3MlQqtA6SnLxh_4bbdN6iY3Q2vK0ciXTmhaG7u
S:19:04 GMT; path=/; domain=.google.com.hk; HttpOnly^M
P3P: CP="This is not a P3P policy! See http://www.google.com/support/accounts/bin/an
Server: gws^M
X-XSS-Protection: 1; mode=block^M
X-Frame-Options: SAMEORIGIN^M
Alternate-Protocol: 80:quic^M
Transfer-Encoding: chunked^M
^M
<!doctype html><html itemscope="" itemtype="http://schema.org/WebPage" lang="zh-HK">
<script>(function(){
window.google={kEI:"6NLXU-TQEMy6kAXeu4CoCA",getEI:function(a){for(var b;a&&!a.getA
{return"https:"—window.location.protocol},kEXPI:"17259,4000116,4007661,4007830,400
,4012373,4012504,4013374,4013414,4013591,4013723,4013758,4013787,4013823,4013967,401
9,4015155,4015234,4015260,4015342,4015519,4015550,4015635,4015638,4015639,4015772,40
25,4016466,4016479,4016487,4016623,4016703,4016730,4016767,4016800,4016824,4016851,4
177,4017201,4017205,4017261,4017336,8300015,8300017,8500165,8500223,8500240,8500252

```

图2-10 content.txt截图



参考提示

·2.4.1节pycurl模块的常用类与方法说明参考官网

<http://pycurl.sourceforge.net/doc/index.html>。

第3章 定制业务质量报表详解

在日常运维工作当中，会涉及大量不同来源的数据，比如每天的服务器性能数据、平台监控数据、自定义业务上报数据等，需要根据不同时段，周期性地输出数据报表，以方便管理员更加清晰、及时地了解业务的运营情况。在业务监控过程中，也需要更加直观地展示报表，以便快速定位问题。本章介绍Excel操作模块、rrdtool数据报表、scapy包处理等，相关知识点运用到运营平台中将起到增色添彩的作用。

3.1 数据报表之Excel操作模块

Excel是当今最流行的电子表格处理软件，支持丰富的计算函数及图表，在系统运营方面广泛用于运营数据报表，比如业务质量、资源利用、安全扫描等报表，同时也是应用系统常见的文件导出格式，以便数据使用人员做进一步加工处理。本节主要讲述利用Python操作Excel的模块XlsxWriter (<https://xlsxwriter.readthedocs.org>)，可以操作多个工作表的文字、数字、公式、图表等。XlsxWriter模块具有以下功能：

- 100%兼容的Excel XLSX文件，支持Excel 2003、Excel 2007等版本；
- 支持所有Excel单元格数据格式；
- 单元格合并、批注、自动筛选、丰富多格式字符串等；
- 支持工作表PNG、JPEG图像，自定义图表；
- 内存优化模式支持写入大文件。

XlsxWriter模块的安装方法如下：

```
# pip install XlsxWriter      #pip安装方法
# easy_install XlsxWriter     #easy_install安装方法
#源码安装方法
# curl -O -L http://github.com/jmcnamara/XlsxWriter/archive/master.tar.gz
# tar zxvf master.tar.gz
# cd XlsxWriter-master/
# sudo python setup.py install
```

下面通过一个简单的功能演示示例，实现插入文字（中英字符）、数字（求和计算）、图片、单元格格式等，代码如下：

【/home/test/XlsxWriter/simple1.py】

```
#coding: utf-8
import xlsxwriter
workbook = xlsxwriter.Workbook('demo1.xlsx')      #创建一个Excel文件
worksheet = workbook.add_worksheet()             #创建一个工作表对象
worksheet.set_column('A: A', 20)                 #设定第一列(A)宽度为20像素
bold = workbook.add_format({'bold': True})       #定义一个加粗的格式对象
worksheet.write('A1', 'Hello')                   #A1单元格写入'Hello'
worksheet.write('A2', 'World', bold)             #A2单元格写入'World'并引用加粗格式对象bold
象bold
```

```
worksheet.write('B2', u'中文测试', bold)           #B2单元格写入中文并引用加粗格式对象
bold
worksheet.write(2, 0, 32)           #用行列表示法写入数字'32'与'35.5'
worksheet.write(3, 0, 35.5)         #行列表示法的单元格下标以0作为起始值，'3, 0'等价
于'A3'
worksheet.write(4, 0, '=SUM(A3: A4)')       #求A3: A4的和，并将结果写入'4, 0'，
即'A5'
worksheet.insert_image('B5', 'img/python-logo.png')   #在B5单元格插入图片
workbook.close()           #关闭Excel文件
```

程序生成的demo1.xlsx文档截图如图3-1所示。



图3-1 demo1.xlsx文档截图

3.1.1 模块常用方法说明

1. Workbook类

Workbook类定义：Workbook (filename[, options])，该类实现创建一个XlsxWriter的Workbook对象。Workbook类代表整个电子表格文件，并且存储在磁盘上。参数filename (String类型) 为创建的Excel文件存储路径；参数options (Dict类型) 为可选的Workbook参数，一般作为初始化工作表内容格式，例如值为{'strings_to_numbers': True}表示使用worksheet.write () 方法时激活字符串转换数字。

·add_worksheet ([sheetname]) 方法，作用是添加一个新的工作表，参数sheetname (String类型) 为可选的工作表名称，默认为

Sheet1。例如，下面的代码对应的效果图如图3-2所示。

```
worksheet1 = workbook.add_worksheet ()           # Sheet1
worksheet2 = workbook.add_worksheet ('Foglio2')   # Foglio2
worksheet3 = workbook.add_worksheet ('Data')      # Data
worksheet4 = workbook.add_worksheet ()           # Sheet4
```

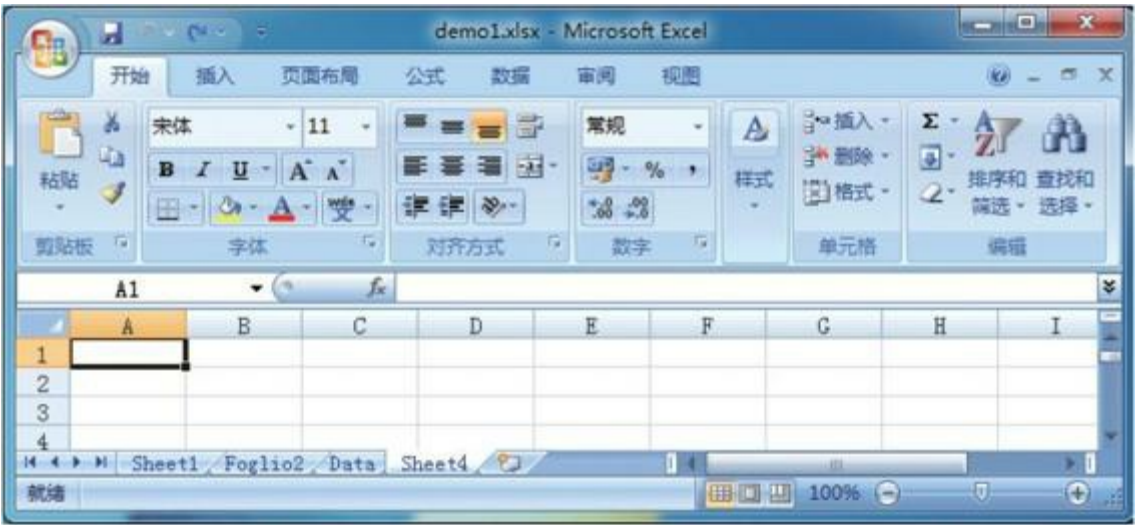


图3-2 添加新工作表

·`add_format ([properties])` 方法，作用是在工作表中创建一个新的格式对象来格式化单元格。参数`properties` (`dict`类型) 为指定一个格式属性的字典，例如设置一个加粗的格式对象，`workbook.add_format ({'bold': True})`。通过`Format methods` (格式化方法) 也可以实现格式的设置，等价的设置加粗格式代码如下：

```
bold = workbook.add_format ()
bold.set_bold ()
```

更多格式化方法见
http://xlsxwriter.readthedocs.org/working_with_formats.html。

·`add_chart (options)` 方法，作用是在工作表中创建一个图表对象，内部是通过`insert_chart ()`方法来实现，参数`options` (`dict`类型) 为图表指定一个字典属性，例如设置一个线条类型的图表对象，代码为`chart=workbook.add_chart ({'type': 'line'})`。

·`close ()` 方法，作用是关闭工作表文件，如`workbook.close ()`。

2.Worksheet类

Worksheet类代表了一个Excel工作表，是XlsxWriter模块操作Excel

内容最核心的一个类，例如将数据写入单元格或工作表格式布局等。Worksheet对象不能直接实例化，取而代之的是通过Workbook对象调用add_worksheet（）方法来创建。Worksheet类提供了非常丰富的操作Excel内容的方法，其中几个常用的方法如下：

·write（row，col，*args）方法，作用是写普通数据到工作表的单元格，参数row为行坐标，col为列坐标，坐标索引起始值为0；*args无名字参数为数据内容，可以为数字、公式、字符串或格式对象。为了简化不同数据类型的写入过程，write方法已经作为其他更加具体数据类型方法的别名，包括：

·write_string（）写入字符串类型数据，如：

```
worksheet.write_string(0, 0, 'Your text here');
```

·write_number（）写入数字类型数据，如：

```
worksheet.write_number('A2', 2.3451);
```

·write_blank（）写入空类型数据，如：

```
worksheet.write('A2', None);
```

·write_formula（）写入公式类型数据，如：

```
worksheet.write_formula(2, 0, '=SUM(B1: B5)');
```

·write_datetime（）写入日期类型数据，如：

```
worksheet.write_datetime(7, 0, datetime.datetime.strptime('2013-01-23', '%Y-%m-%d'), workbook.add_format({'num_format': 'yyyy-mm-dd'}));
```

·write_boolean（）写入逻辑类型数据，如：

```
worksheet.write_boolean(0, 0, True);
```

·write_url（）写入超链接类型数据，如：

```
worksheet.write_url('A1', 'ftp://www.python.org/')
```

下列通过具体的示例来观察别名write方法与数据类型方法的对应关系，代码如下：

```
worksheet.write(0, 0, 'Hello')           # write_string()
worksheet.write(1, 0, 'World')           # write_string()
worksheet.write(2, 0, 2)                  # write_number()
worksheet.write(3, 0, 3.00001)            # write_number()
worksheet.write(4, 0, '=SIN(PI()/4)')     # write_formula()
worksheet.write(5, 0, '')                 # write_blank()
worksheet.write(6, 0, None)               # write_blank()
```

上述示例将创建一个如图3-3所示的工作表。

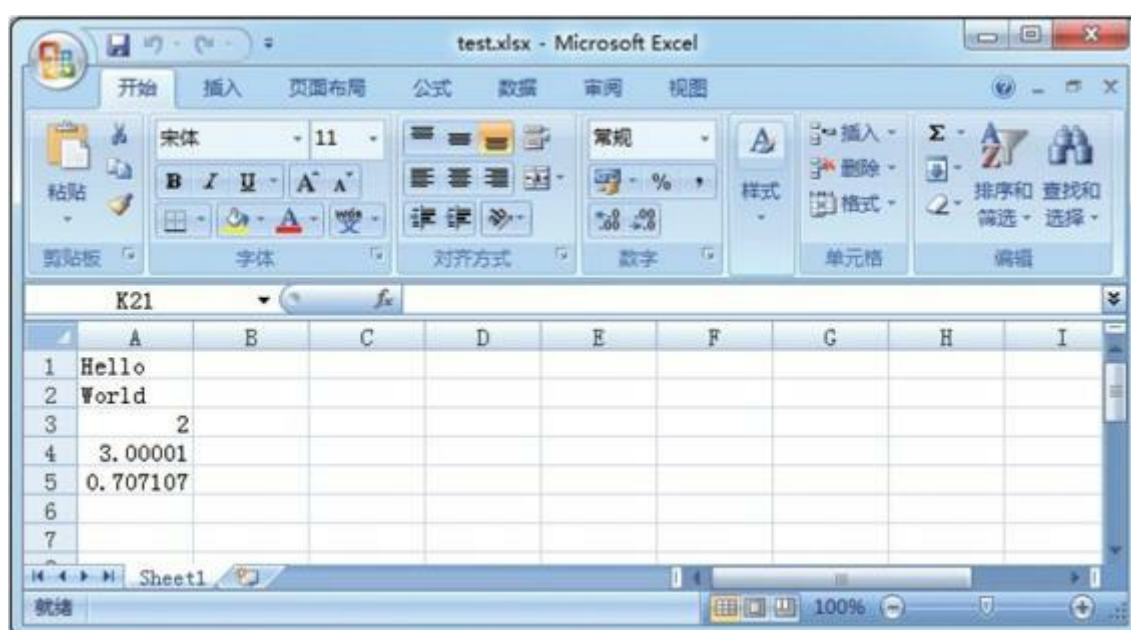


图3-3 创建单元格并写入数据的工作表

·set_row(row, height, cell_format, options)方法，作用是设置行单元格的属性。参数row(int类型)指定行位置，起始下标为0；参数height(float类型)设置行高，单位像素；参数cell_format(format类型)指定格式对象；参数options(dict类型)设置行hidden(隐藏)、level(组合分级)、collapsed(折叠)。操作示例如下：

```
worksheet.write('A1', 'Hello')           #在A1单元格写入'Hello'字符串
cell_format = workbook.add_format({'bold': True})      #定义一个加粗的格式对象
worksheet.set_row(0, 40, cell_format)           #设置第1行单元格高度为40像素，且引用加粗
                                                    #格式对象
worksheet.set_row(1, None, None, {'hidden': True})    #隐藏第2行单元格
```

上述示例将创建一个如图3-4所示的工作表。

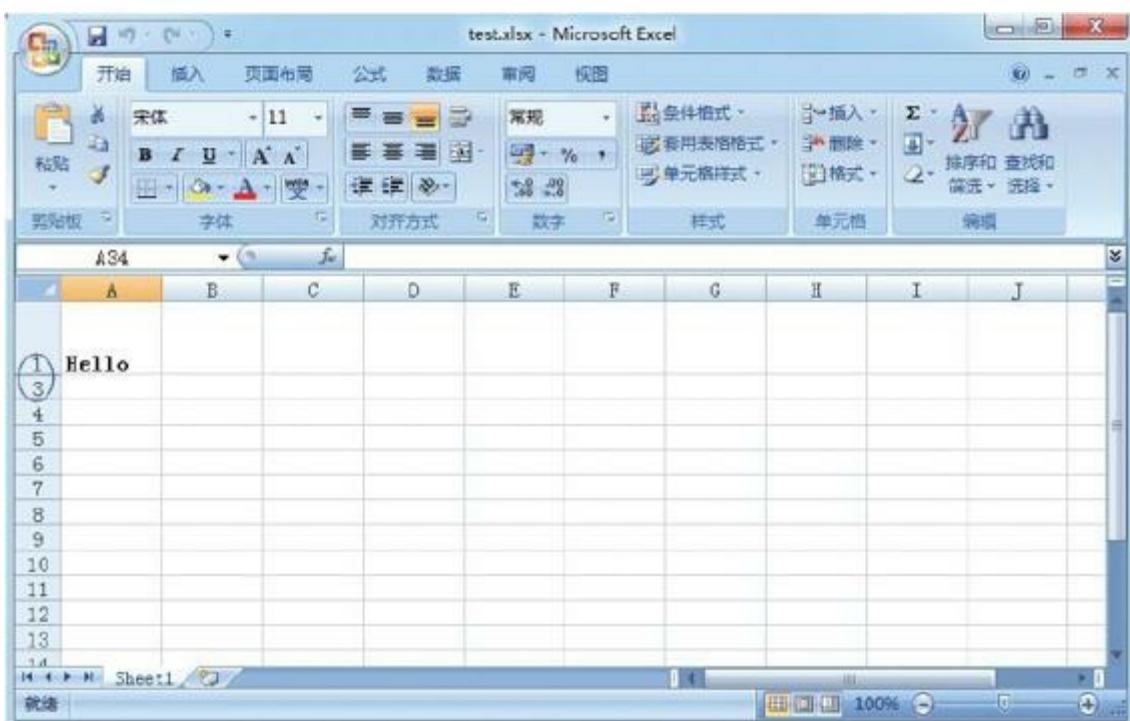


图3-4 设置行单元格属性后的效果

·`set_column` (`first_col`, `last_col`, `width`, `cell_format`, `options`) 方法，作用为设置一系列或多列单元格属性。参数`first_col` (`int`类型) 指定开始列位置，起始下标为0；参数`last_col` (`int`类型) 指定结束列位置，起始下标为0，可以设置成与`first_col`一样；参数`width` (`float`类型) 设置列宽；参数`cell_format` (`Format`类型) 指定格式对象；参数`options` (`dict`类型) 设置行`hidden` (隐藏)、`level` (组合分级)、`collapsed` (折叠)。操作示例如下：

```

worksheet.write('A1', 'Hello')           #在A1单元格写入'Hello'字符串
worksheet.write('B1', 'World')           #在B1单元格写入'World'字符串
cell_format = workbook.add_format({'bold': True})      #定义一个加粗的格式对象
                                                    #设置0到1即（A到B）列单元格宽度为10像素，
                                                    且引用加粗格式对象

worksheet.set_column(0, 1, 10, cell_format)
worksheet.set_column('C: D', 20)         #设置C到D列单元格宽度为20像素
worksheet.set_column('E: G', None, None, {'hidden': 1})      #隐藏E到G列单
元格

```

上述示例将创建一个如图3-5所示的工作表。

·`insert_image` (`row`, `col`, `image`[, `options`]) 方法，作用是插入图片到指定单元格，支持PNG、JPEG、BMP等图片格式。参数`row`为行坐标，`col`为列坐标，坐标索引起始值为0；参数`image` (`string`类型) 为图片路径；参数`options` (`dict`类型) 为可选参数，作用是指定图片的位置、比例、链接URL等信息。操作示例如下：

```
#在B5单元格插入python-logo.png图片，图片超级链接为http://python.org
worksheet.insert_image('B5', 'img/python-logo.png', {'url':
'http://python.org'})
```

上述示例将创建一个如图3-6所示的工作表。

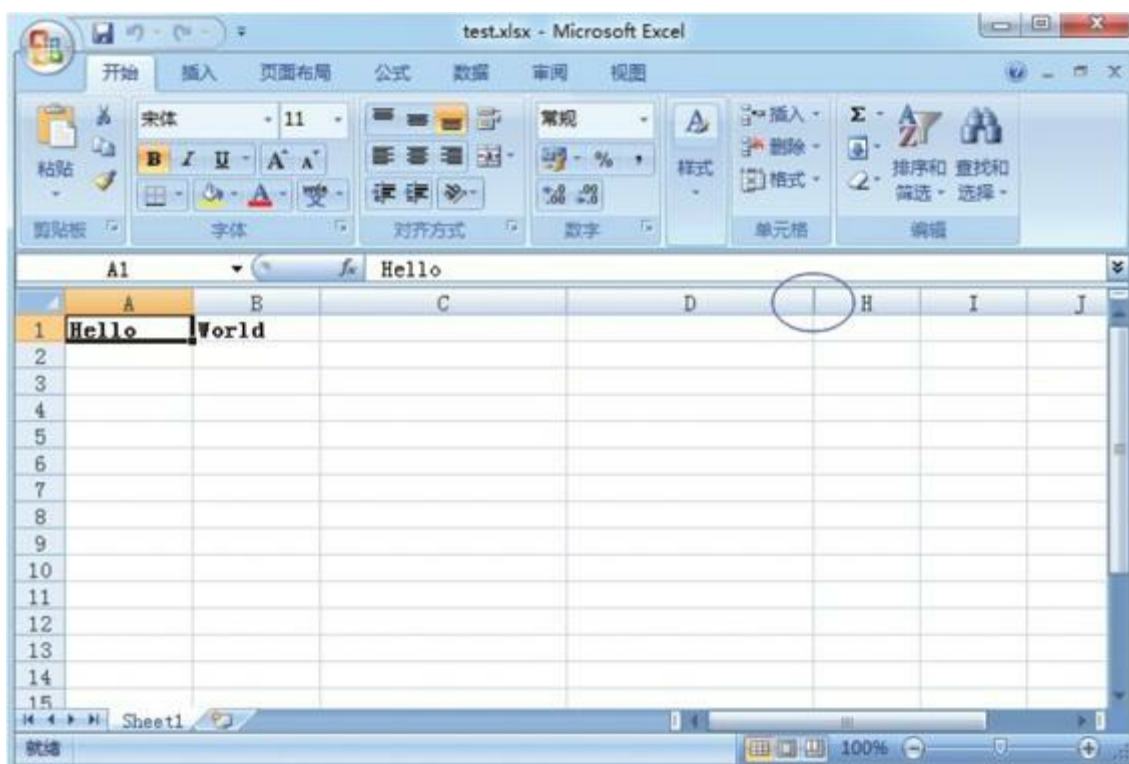


图3-5 设置列单元格属性后的效果

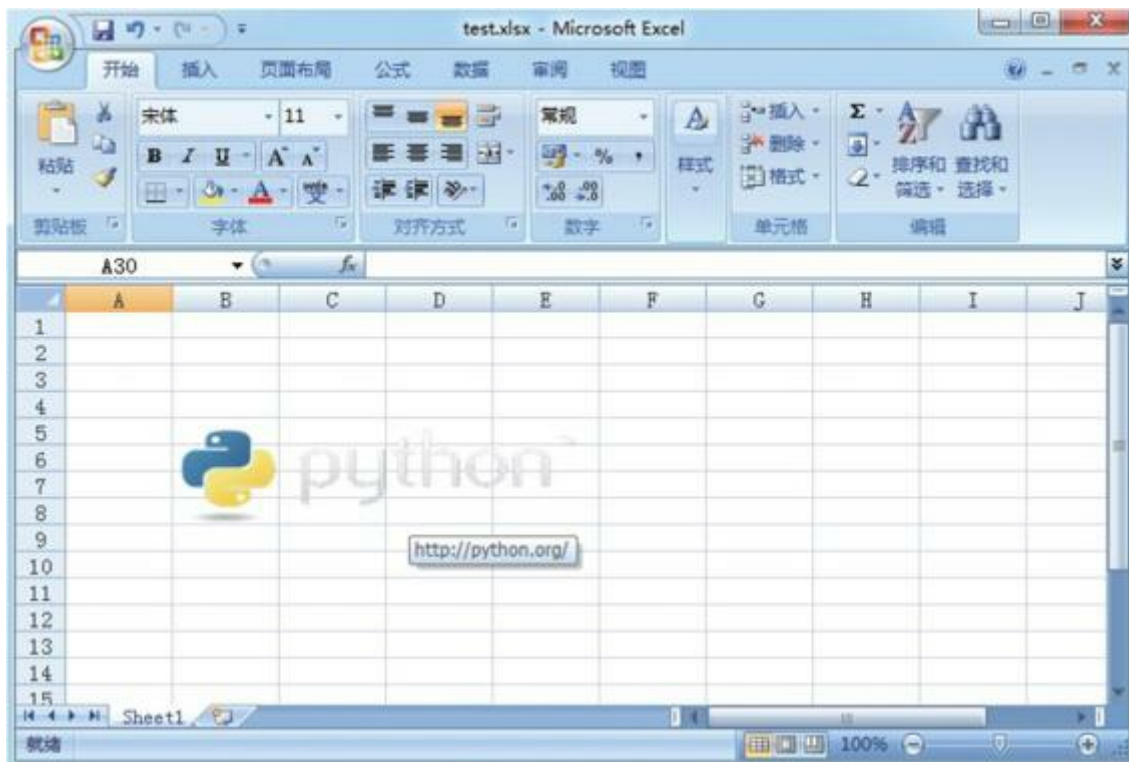


图3-6 插入图片到单元格的效果

3.Chart类

Chart类实现在XlsxWriter模块中图表组件的基类，支持的图表类型包括面积、条形图、柱形图、折线图、饼图、散点图、股票和雷达等，

一个图表对象是通过Workbook（工作簿）的add_chart方法创建，通过{type, '图表类型'}字典参数指定图表的类型，语句如下：

```
chart = workbook.add_chart ({type, 'column'}) #创建一个column（柱形）图表
```

更多图表类型说明：

- area：创建一个面积样式的图表；
- bar：创建一个条形样式的图表；
- column：创建一个柱形样式的图表；
- line：创建一个线条样式的图表；
- pie：创建一个饼图样式的图表；
- scatter：创建一个散点样式的图表；
- stock：创建一个股票样式的图表；
- radar：创建一个雷达样式的图表。

然后再通过Worksheet（工作表）的insert_chart（）方法插入到指定位置，语句如下：

```
worksheet.insert_chart ('A7', chart) #在A7单元格插入图表
```

下面介绍chart类的几个常用方法。

·chart.add_series（options）方法，作用为添加一个数据系列到图表，参数options（dict类型）设置图表系列选项的字典，操作示例如下：

```
chart.add_series ({
    'categories': '=Sheet1! $A$1: $A$5',
    'values':     '=Sheet1! $B$1: $B$5',
    'line':       {'color': 'red'},
})
```

add_series方法最常用的三个选项为categories、values、line，其中categories作为是设置图表类别标签范围； values为设置图表数据范围；

line为设置图表线条属性，包括颜色、宽度等。

·其他常用方法及示例。

·set_x_axis (options) 方法，设置图表X轴选项，示例代码如下，效果图如图3-7所示。

```
chart.set_x_axis ({
    'name': 'Earnings per Quarter',           #设置x轴标题名称
    'name_font': {'size': 14, 'bold': True},   #设置x轴标题字体属性
    'num_font': {'italic': True },            #设置x轴数字字体属性
})
```



图3-7 设置图表X轴选项

·set_size (options) 方法，设置图表大小，如 chart.set_size ({'width': 720, 'height': 576})，其中width为宽度，height为高度。

·set_title (options) 方法，设置图表标题，如 chart.set_title ({'name': 'Year End Results'})，效果图如图3-8所示。

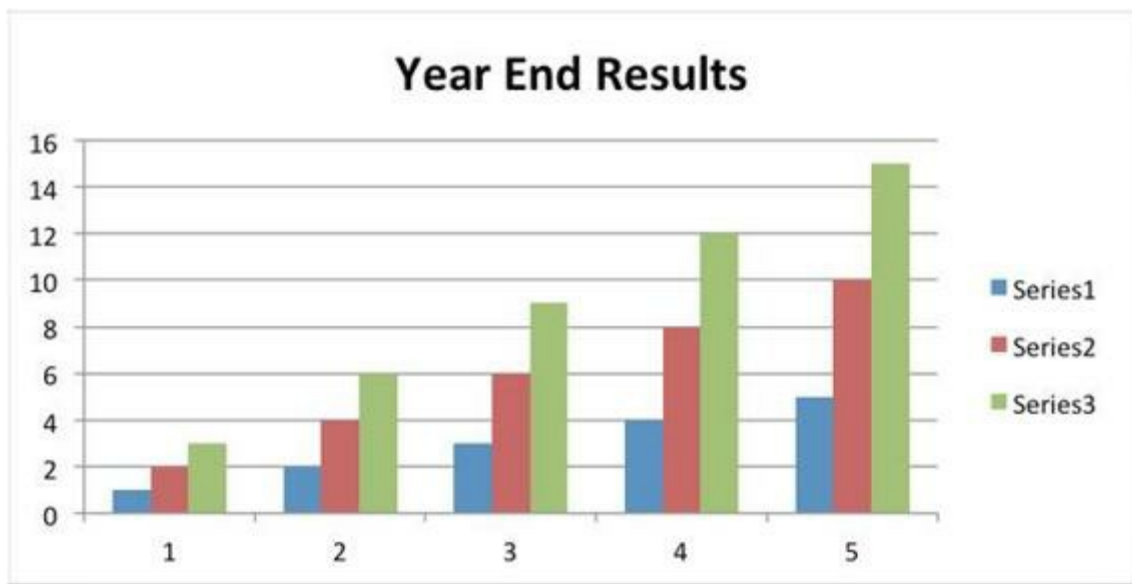


图3-8 设置图表标题

·`set_style (style_id)` 方法，设置图表样式，`style_id`为不同数字则代表不同样式，如`chart.set_style (37)`，效果图如图3-9所示。

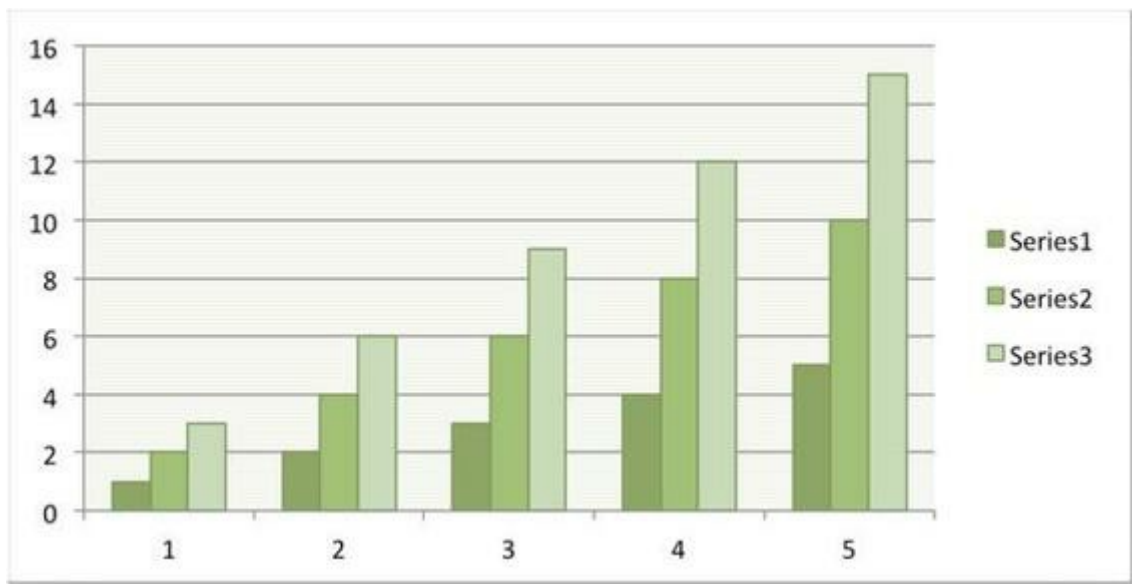


图3-9 设置图表样式

·`set_table (options)` 方法，设置X轴为数据表格形式，如`chart.set_table ()`，效果图如图3-10所示。

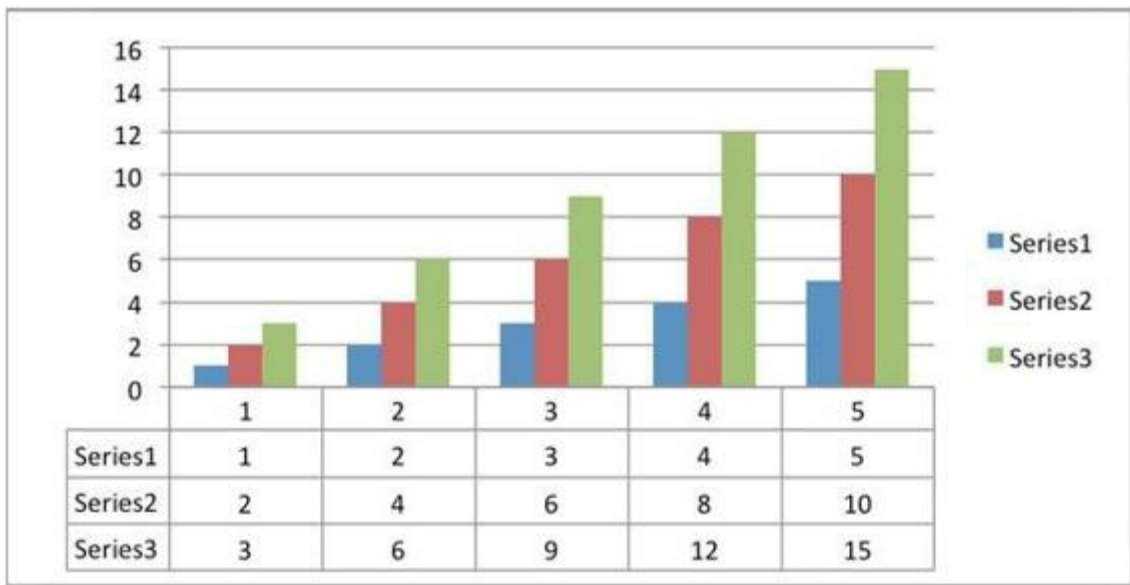


图3-10 设置X轴为数据表格形式

3.1.2 实践：定制自动化业务流量报表周报

本次实践通过定制网站5个频道的流量报表周报，通过XlsxWriter模块将流量数据写入Excel文档，同时自动计算各频道周平均流量，再生成数据图表。具体是通过`workbook.add_chart({'type': 'column'})`方法指定图表类型为柱形，使用`write_row`、`write_column`方法分别以行、列方式写入数据，使用`add_format()`方法定制表头、表体的显示风格，使用`add_series()`方法将数据添加到图表，同时使用`chart.set_size`、`set_title`、`set_y_axis`设置图表的大小及标题属性，最后通过`insert_chart`方法将图表插入工作表中。我们可以结合2.3节的内容来实现周报的邮件推送，本示例略去此功能。实现的代码如下：

【/home/test/XlsxWriter/simple2.py】

```
#coding: utf-8
import xlsxwriter
workbook = xlsxwriter.Workbook('chart.xlsx')      #创建一个Excel文件
worksheet = workbook.add_worksheet()             #创建一个工作表对象
chart = workbook.add_chart({'type': 'column'})    #创建一个图表对象
#定义数据表头列表
title = ['业务名称', '星期一', '星期二', '星期三', '星期四', '星期五', '星期六', '星期日', '平均流量']
buname= ['业务官网', '新闻中心', '购物频道', '体育频道', '亲子频道']      #定义频道名称
#定义5频道一周7天流量数据列表
data = [
    [150, 152, 158, 149, 155, 145, 148],
    [89, 88, 95, 93, 98, 100, 99],
    [201, 200, 198, 175, 170, 198, 195],
    [75, 77, 78, 78, 74, 70, 79],
```



```

[88, 85, 87, 90, 93, 88, 84],
]
format=workbook.add_format()      #定义format格式对象
format.set_border(1)              #定义format对象单元格边框加粗(1像素)的格式
format_title=workbook.add_format() #定义format_title格式对象
format_title.set_border(1)        #定义format_title对象单元格边框加粗(1像素)的格式
format_title.set_bg_color('#cccccc') #定义format_title对象单元格背景颜色为
                                     #'#cccccc'的格式
format_title.set_align('center')  #定义format_title对象单元格居中对齐的格式
format_title.set_bold()           #定义format_title对象单元格内容加粗的格式
format_ave=workbook.add_format()  #定义format_ave格式对象
format_ave.set_border(1)          #定义format_ave对象单元格边框加粗(1像素)的格式
format_ave.set_num_format('0.00') #定义format_ave对象单元格数字类别显示格式
#下面分别以行或列写入方式将标题、业务名称、流量数据写入起初单元格，同时引用不同格式对象
worksheet.write_row('A1', title, format_title)
worksheet.write_column('A2', buname, format)
worksheet.write_row('B2', data[0], format)
worksheet.write_row('B3', data[1], format)
worksheet.write_row('B4', data[2], format)
worksheet.write_row('B5', data[3], format)
worksheet.write_row('B6', data[4], format)
#定义图表数据系列函数
def chart_series(cur_row):
    worksheet.write_formula('I'+cur_row, \
        '=AVERAGE(B'+cur_row+': H'+cur_row+')', format_ave)      #计算(AVERAGE
函数)频                                                         #道周平均流量

    chart.add_series({
        'categories': '=Sheet1! $B$1: $H$1',          #将“星期一至星期日”作为图表数据
        'values':      '=Sheet1! $B$'+cur_row+': $H$'+cur_row,      #频道一周
        'line':         {'color': 'black'},            #线条颜色定义为black(黑色)
        'name':         '=Sheet1! $A$'+cur_row,        #引用业务名称为图例项
    })
for row in range(2, 7):      #数据域以第2~6行进行图表数据系列函数调用
    chart_series(str(row))
#chart.set_table()          #设置x轴表格格式，本示例不启用
#chart.set_style(30)        #设置图表样式，本示例不启用
chart.set_size({'width': 577, 'height': 287})      #设置图表大小
chart.set_title({'name': u'业务流量周报图表'})    #设置图表(上方)大标题
chart.set_y_axis({'name': 'Mb/s'})                #设置y轴(左侧)小标题
worksheet.insert_chart('A8', chart)               #在A8单元格插入图表
workbook.close()      #关闭Excel文档

```

上述示例将创建一个如图3-11所示的工作表。

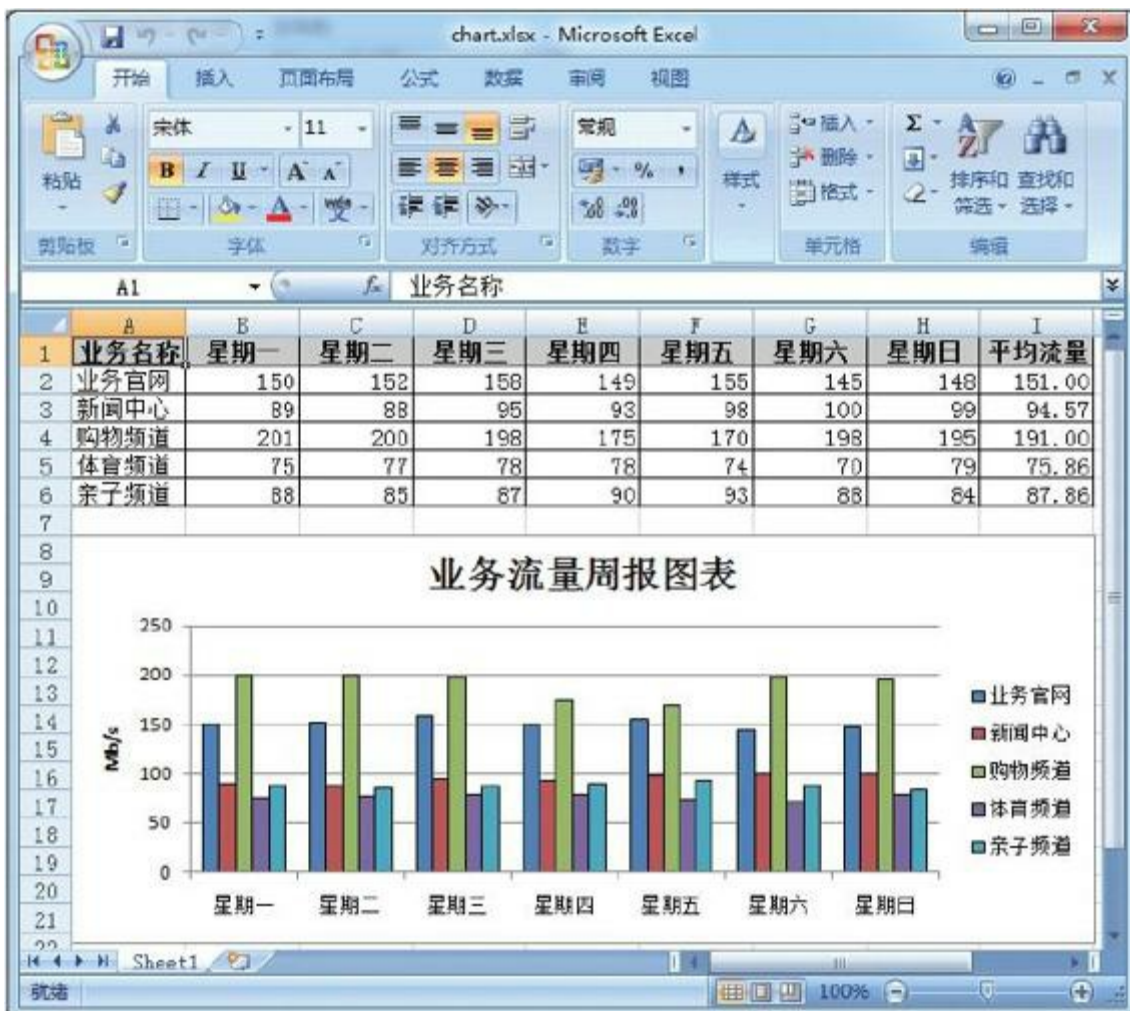


图3-11 业务流量周报图表工作表



参考提示 3.4.1节XlsxWrite模块的常用类与方法说明参考官网<http://xlsxwriter.readthedocs.org>。

3.2 Python与rrdtool的结合模块

rrdtool (round robin database) 工具为环状数据库的存储格式，round robin是一种处理定量数据以及当前元素指针的技术。rrdtool主要用来跟踪对象的变化情况，生成这些变化的走势图，比如业务的访问量、系统性能、磁盘利用率等趋势图，很多流行监控平台都使用到rrdtool，比较有名的为Cacti、Ganglia、Monitorix等。更多rrdtool介绍见官网<http://oss.oetiker.ch/rrdtool/>。rrdtool是一个复杂的工具，涉及较多参数概念，本节主要通过Python的rrdtool模块对rrdtool的几个常用方法进行封装，包括create、fetch、graph、info、update等方法，本节对rrdtool的基本知识不展开说明，重点放在Python rrdtool模块的常用方法使用介绍上。

rrdtool模块的安装方法如下：

```
easy_install python-rrdtool      #pip安装方法
pip install python-rrdtool      #easy_install安装方法
#需要rrdtool工具及其他类包支持，CentOS环境推荐使用yum安装方法
# yum install rrdtool-python
```

3.2.1 rrdtool模块常用方法说明

下面介绍rrdtool模块常用的几个方法，包括create（创建rrd）、update（更新rrd）、graph（绘图）、fetch（查询rrd）等。

1.Create方法

create filename[--start|-b start time][--step|-s step][DS: ds-name: DST: heartbeat: min: max][RRA: CF: xff: steps: rows]方法，创建一个后缀为rrd的rrdtool数据库，参数说明如下：

- filename创建的rrdtool数据库文件名，默认后缀为.rrd；
- start指定rrdtool第一条记录的起始时间，必须是timestamp的格式；
- step指定rrdtool每隔多长时间就收到一个值，默认为5分钟；
- DS用于定义数据源，用于存放脚本的结果的变量；

·DST用于定义数据源类型，rrdtool支持COUNTER（递增类型）、DERIVE（可递增可递减类型）、ABSOLUTE（假定前一个时间间隔的值为0，再计算平均值）、GUAGE（收到值后直接存入RRA）、COMPUTE（定义一个表达式，引用DS并自动计算出某个值）5种，比如网卡流量属于计数器型，应该选择COUNTER；

·RRA用于指定数据如何存放，我们可以把一个RRA看成一个表，保存不同间隔的统计结果数据，为CF做数据合并提供依据，定义格式为：[RRA: CF: xff: steps: rows];

·CF统计合并数据，支持AVERAGE（平均值）、MAX（最大值）、MIN（最小值）、LAST（最新值）4种方式。

2.update方法

update filename[--template|-t ds-name[: ds-name]...]N|timestamp: value[: value...][timestamp: value[: value...]]方法，存储一个新值到rrdtool数据库，updatev和update类似，区别是每次插入后会返回一个状态码，以便了解是否成功（updatev用0表示成功，-1表示失败）。参数说明如下：

- filename指定存储数据到的目标rrd文件名；
- t ds-name[: ds-name]指定需要更新的DS名称；
- N|Timestamp表示数据采集的时间戳，N表示当前时间戳；
- value[: value...]更新的数据值，多个DS则多个值。

3.graph方法

graph filename[-s|--start seconds][-e|--end seconds][-x|--x-grid x-axis grid and label][-y|--y-grid y-axis grid and label][--alt-y-grid][--alt-y-mrtg][--alt-autoscale][--alt-autoscale-max][--units-exponent]value[-v|--vertical-label text][-w|--width pixels][-h|--height pixels][-i|--interlaced][-f|--imginfo formatstring][-a|--imgformat GIF|PNG|GD][-B|--background value][-O|--overlay value][-U|--unit value][-z|--lazy][-o|--logarithmic][-u|--upper-limit value][-l|--lower-limit value][-g|--no-legend][-r|--rigid][--step value][-b|--base value][-c|--color COLORTAG#rrggbg][-t|--title title][DEF: vname=rrd: ds-name: CF][CDEF: vname=rpn-expression][PRINT: vname: CF:

format][GPRINT: vname: CF: format][COMMENT: text][HRULE: value#rrgbb[: legend]][VRULE: time#rrgbb[: legend]][LINE{1|2|3}: vname[#rrgbb[: legend]]][AREA: vname[#rrgbb[: legend]]][STACK: vname[#rrgbb[: legend]]]方法，根据指定的rrdtool数据库进行绘图，关键参数说明如下：

- filename指定输出图像的文件名，默认是PNG格式；
- start指定起始时间；
- end指定结束时间；
- x-grid控制X轴网格线刻度、标签的位置；
- y-grid控制Y轴网格线刻度、标签的位置；
- vertical-label指定Y轴的说明文字；
- width pixels指定图表宽度（像素）；
- height pixels指定图表高度（像素）；
- imgformat指定图像格式（GIF|PNG|GD）；
- background指定图像背景颜色，支持#rrgbb表示法；
- upper-limit指定Y轴数据值上限；
- lower-limit指定Y轴数据值下限；
- no-legend取消图表下方的图例；
- rigid严格按照upper-limit与lower-limit来绘制；
- title图表顶部的标题；
- DEF: vname=rrd: ds-name: CF指定绘图用到的数据源；
- CDEF: vname=rpn-expression合并多个值；
- GPRINT: vname: CF: format图表的下方输出最大值、最小值、平均值等；

- COMMENT: text指定图表中输出的一些字符串;
- HRULE: value#rrggb用于在图表上面绘制水平线;
- VRULE: time#rrggb用于在图表上面绘制垂直线;
- LINE{1|2|3}: vname使用线条来绘制数据图表, {1|2|3}表示线条的粗细;
- AREA: vname使用面积图来绘制数据图表。

4.fetch方法

fetch filename CF[--resolution|-r resolution][--start|-s start][--end|-e end]方法, 根据指定的rrdtool数据库进行查询, 关键参数说明如下:

- filename指定要查询的rrd文件名;
- CF包括AVERAGE、MAX、MIN、LAST, 要求必须是建库时RRA中定义的类型, 否则会报错;
- start--end指定查询记录的开始与结束时间, 默认可省略。

3.2.2 实践: 实现网卡流量图表绘制

在日常运营工作当中, 观察数据的变化趋势有利于了解我们的服务质量, 比如在系统监控方面, 网络流量趋势图直接展现了当前网络的吞吐。CPU、内存、磁盘空间利用率趋势则反映了服务器运行健康状态。通过这些数据图表管理员可以提前做好应急预案, 对可能存在的风险点做好防范。本次实践通过rrdtool模块实现服务器网卡流量趋势图的绘制, 即先通过create方法创建一个rrd数据库, 再通过update方法实现数据的写入, 最后可以通过graph方法实现图表的绘制, 以及提供last、first、info、fetch方法的查询。图3-12为rrd创建到输出图表的过程。

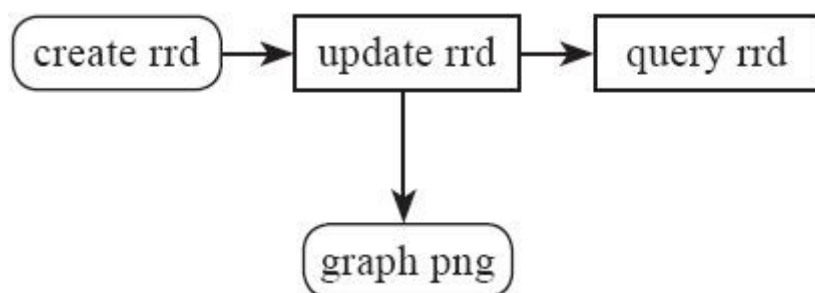


图3-12 创建、更新rrd及输出图表流程

第一步 采用create方法创建rrd数据库，参数指定了一个rrd文件、更新频率step、起始时间--start、数据源DS、数据源类型DST、数据周期定义RRA等，详细源码如下：

【/home/test/rrdtool/create.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/python
import rrdtool
import time
cur_time=str(int(time.time())) #获取当前Linux时间戳作为rrd起始时间
#数据写频率--step为300秒（即5分钟一个数据点）
rrd=rrdtool.create('Flow.rrd', '--step', '300', '--start', cur_time,
#定义数据源eth0_in（入流量）、eth0_out（出流量）；类型都为COUNTER（递增）；600秒为心跳
值，
#其含义是600秒没有收到值，则会用UNKNOWN代替；0为最小值；最大值用U代替，表示不确定
'DS: eth0_in: COUNTER: 600: 0: U',
'DS: eth0_out: COUNTER: 600: 0: U',
#RRA定义格式为[RRA: CF: xff: steps: rows]，CF定义了AVERAGE、MAX、MIN三种数据合并
方式
#xff定义为0.5，表示一个CDP中的PDP值如超过一半值为UNKNOWN，则该CDP的值就被标为
UNKNOWN
#下列前4个RRA的定义说明如下，其他定义与AVERAGE方式相似，区别是存最大值与最小值
# 每隔5分钟（1*300秒）存一次数据的平均值，存600笔，即2.08天
# 每隔30分钟（6*300秒）存一次数据的平均值，存700笔，即14.58天（2周）
# 每隔2小时（24*300秒）存一次数据的平均值，存775笔，即64.58天（2个月）
# 每隔24小时（288*300秒）存一次数据的平均值，存797笔，即797天（2年）
'RRA: AVERAGE: 0.5: 1: 600',
'RRA: AVERAGE: 0.5: 6: 700',
'RRA: AVERAGE: 0.5: 24: 775',
'RRA: AVERAGE: 0.5: 288: 797',
'RRA: MAX: 0.5: 1: 600',
'RRA: MAX: 0.5: 6: 700',
'RRA: MAX: 0.5: 24: 775',
'RRA: MAX: 0.5: 444: 797',
'RRA: MIN: 0.5: 1: 600',
'RRA: MIN: 0.5: 6: 700',
'RRA: MIN: 0.5: 24: 775',
'RRA: MIN: 0.5: 444: 797')
if rrd:
    print rrdtool.error()
```

第二步 采用updatev方法更新rrd数据库，参数指定了当前的Linux时间戳，以及指定eth0_in、eth0_out值（当前网卡的出入流量），网卡流量我们通过psutil模块来获取，如psutil.net_io_counters（）[1]为入流量，关于psutil模块的介绍见第1.1。详细源码如下：

【/home/test/rrdtool/update.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/python
import rrdtool
import time, psutil
total_input_traffic = psutil.net_io_counters()[1]      #获取网卡入流量
total_output_traffic = psutil.net_io_counters()[0]     #获取网卡出流量
starttime=int(time.time())      #获取当前Linux时间戳
#将获取到的三个数据作为updatev的参数, 返回{'return_value': 0L}则说明更新成功, 反之失败
update=rrdtool.updatev('/home/test/rrdtool/Flow.rrd', '%s: %s: %s' %
    (str(starttime), str(total_input_traffic),
    str(total_output_traffic)))
print update
```

将代码加入crontab，并配置5分钟作为采集频率，crontab配置如下：

```
*/5 * * * * /usr/bin/python /home/test/rrdtool/update.py > /dev/null 2>&1
```

第三步 采用graph方法绘制图表，此示例中关键参数使用了--x-grid定义X轴网格刻度；DEF指定数据源；使用CDEF合并数据；HRULE绘制水平线（告警线）；GPRINT输出最大值、最小值、平均值等。详细源码如下：

【/home/test/rrdtool/graph.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/python
import rrdtool
import time
#定义图表上方大标题
title="Server network traffic flow (" + time.strftime('%Y-%m-%d', \
time.localtime(time.time())) + ")"
#重点解释"--x-grid", "MINUTE: 12: HOUR: 1: HOUR: 1: 0: %H"参数的作用（从左往右进行分解）
"MINUTE: 12"表示控制每隔12分钟放置一根次要格线
"HOUR: 1"表示控制每隔1小时放置一根主要格线
"HOUR: 1"表示控制1个小时输出一个label标签
"0: %H"0表示数字对齐格线，%H表示标签以小时显示
rrdtool.graph("Flow.png", "--start", "-ld", "--vertical-label=Bytes/s", \
"--x-grid", "MINUTE: 12: HOUR: 1: HOUR: 1: 0: %H", \
"--width", "650", "--height", "230", "--title", title,
"DEF: inoctets=Flow.rrd: eth0_in: AVERAGE",      #指定网卡入流量数据源DS及CF
"DEF: outoctets=Flow.rrd: eth0_out: AVERAGE",     #指定网卡出流量数据源DS及CF
"CDEF: total=inoctets, outoctets, +",             #通过CDEF合并网卡出入流量，得出总流量
total
"LINE1: total#FF8833: Total traffic",              #以线条方式绘制总流量
"AREA: inoctets#00FF00: In traffic",               #以面积方式绘制入流量
"LINE1: outoctets#0000FF: Out traffic",            #以线条方式绘制出流量
"HRULE: 6144#FF0000: Alarm value\\r",             #绘制水平线，作为告警线，阈值为6.1k
```

```

"CDEF: inbits=inoctets, 8, *",          #将入流量换算成bit, 即*8, 计算结果给inbits
"CDEF: outbits=outoctets, 8, *",       #将出流量换算成bit, 即*8, 计算结果给outbits
"COMMENT: \\r",                        #在网格下方输出一个换行符
"COMMENT: \\r",
"GPRINT: inbits: AVERAGE: Avg In traffic\\:  %6.2lf %Sbps",          #绘制入流量平均值
"COMMENT:      ",
"GPRINT: inbits: MAX: Max In traffic\\:  %6.2lf %Sbps",              #绘制入流量最大值
"COMMENT:      ",
"GPRINT: inbits: MIN: MIN In traffic\\:  %6.2lf %Sbps\\r",          #绘制入流量最小值
"COMMENT:      ",
"GPRINT: outbits: AVERAGE: Avg Out traffic\\:  %6.2lf %Sbps",        #绘制出流量平均值
"COMMENT:      ",
"GPRINT: outbits: MAX: Max Out traffic\\:  %6.2lf %Sbps",            #绘制出流量最大值
"COMMENT:      ",
"GPRINT: outbits: MIN: MIN Out traffic\\:  %6.2lf %Sbps\\r")        #绘制出流量最小值

```

以上代码将生成一个Flow.png文件，如图3-13所示。



提示

查看rrd文件内容有利于观察数据的结构、更新等情况，rrdtool提供几个常用命令：

- info查看rrd文件的结构信息，如rrdtool info Flow.rrd;
- first查看rrd文件第一个数据的更新时间，如rrdtool first Flow.rrd;
- last查看rrd文件最近一次更新的时间，如rrdtool last Flow.rrd;
- fetch根据指定时间、CF查询rrd文件，如rrdtool fetch Flow.rrd AVERAGE。

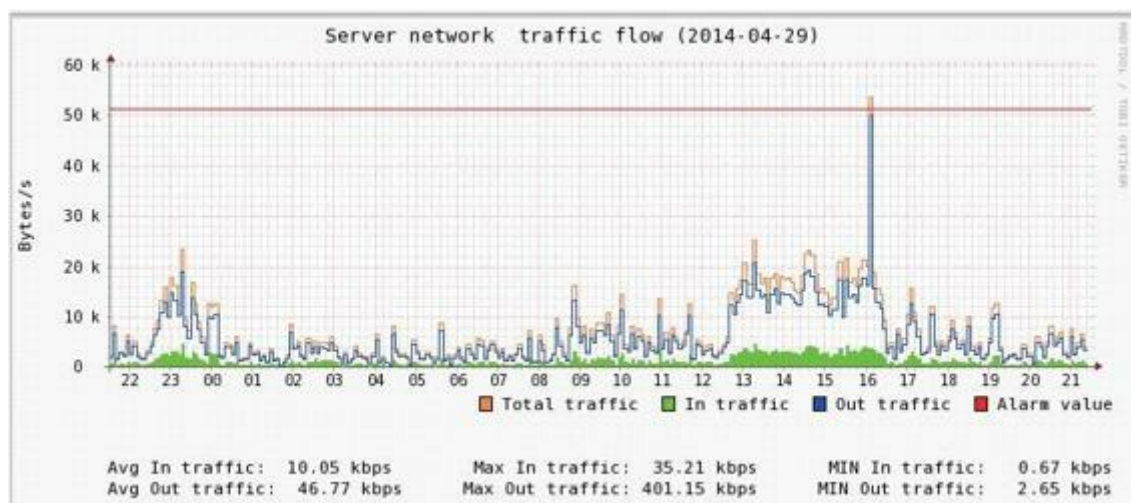


图3-13 graph.py执行输出图表



参考提示 3.2.1rrdtool参数说明参考

<http://bbs.chinaunix.net/thread-2150417-1-1.html>和

<http://oss.oetiker.ch/rrdtool/doc/index.en.html>。

3.3 生成动态路由轨迹图

scapy (<http://www.secdev.org/projects/scapy/>) 是一个强大的交互式数据包处理程序，它能够对数据包进行伪造或解包，包括发送数据包、包嗅探、应答和反馈匹配等功能。可以用在处理网络扫描、路由跟踪、服务探测、单元测试等方面，本节主要针对scapy的路由跟踪功能，实现TCP协议方式对服务可用性的探测，比如常用的80（HTTP）与443（HTTPS）服务，并生成美观的路由线路图报表，让管理员清晰了解探测点到目标主机的服务状态、骨干路由节点所处的IDC位置、经过的运营商路由节点等信息。下面详细介绍。

scapy模块的安装方法如下：

```
# scapy模板需要tcpdump程序支持，生成报表需要graphviz、ImageMagick图像处理包支持
# yum -y install tcpdump graphviz ImageMagick
# 源码安装
# wget http://www.secdev.org/projects/scapy/files/scapy-2.2.0.tar.gz
# tar -zxvf scapy-2.2.0.tar.gz
# cd scapy-2.2.0
# python setup.py install
```

3.3.1 模块常用方法说明

scapy模块提供了众多网络数据包操作的方法，包括发包send（）、SYN\ACK扫描、嗅探sniff（）、抓包wrpcap（）、TCP路由跟踪traceroute（）等，本节主要关注服务监控内容接下来详细介绍traceroute（）方法，其具体定义如下：

traceroute (target, dport=80, minttl=1, maxttl=30, sport=<RandShort>, l4=None, filter=None, timeout=2, verbose=None, **kargs)

该方法实现TCP跟踪路由功能，关键参数说明如下：

- target: 跟踪的目标对象，可以是域名或IP，类型为列表，支持同时指定多个目标，如
["www.qq.com", "www.baidu.com", "www.google.com.hk"];
- dport: 目标端口，类型为列表，支持同时指定多个端口，如[80,

- minttl: 指定路由跟踪的最小跳数（节点数）；
- maxttl: 指定路由跟踪的最大跳数（节点数）。

3.3.2 实践：实现TCP探测目标服务路由轨迹

在此次实践中，通过scapy的tracertoute（）方法实现探测机到目标服务器的路由轨迹，整个过程的原理见图3-14，首先通过探测机以SYN方式进行TCP服务扫描，同时启动tcpdump进行抓包，捕获扫描过程经过的所有路由点，再通过graph（）方法进行路由IP轨迹绘制，中间调用ASN映射查询IP地理信息并生成svg流程文档，最后使用ImageMagick工具将svg格式转换成png，流程结束。

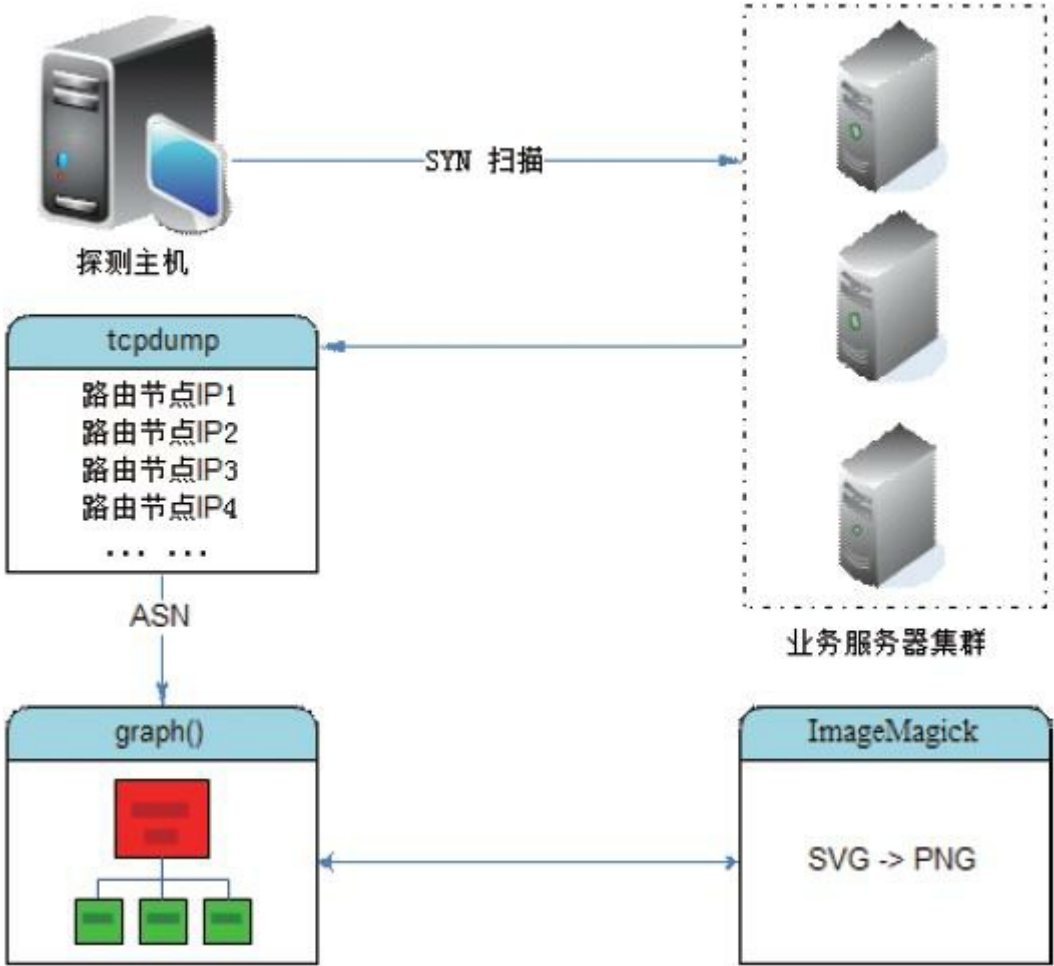


图3-14 TCP探测目标服务路由轨迹原理图

本次实践通过tracertoute（）方法实现路由的跟踪，跟踪结果动态生成图片格式。功能实现源码如下：

```
【/home/test/scapy/simple1.py】
```



```
# -*- coding: utf-8 -*-
import os, sys, time, subprocess
import warnings, logging
warnings.filterwarnings("ignore", category=DeprecationWarning) #屏蔽scapy
无用告警信息
logging.getLogger("scapy.runtime").setLevel(logging.ERROR) #屏蔽模块IPv6
多余告警
from scapy.all import traceroute
domains = raw_input('Please input one or more IP/domain: ') #接受输入的域名
或IP
target = domains.split(' ')
dport = [80] #扫描的端口列表
if len(target) >= 1 and target[0] != '':
    res, unans = traceroute(target, dport=dport, retry=-2) #启动路由跟踪
    res.graph(target("> test.svg") #生成svg矢量图形
    time.sleep(1)
    subprocess.Popen("/usr/bin/convert test.svg test.png", shell=True)
#svg转png格式
else:
    print "IP/domain number of errors, exit"
```

代码运行结果见图3-15，“-”表示路由节点无回应或超时；“11”表示扫描的指定服务无回应；“SA”表示扫描的指定服务有回应，一般是最后一个主机IP。

```
Received 73 packets, got 39 answers, remaining 21 packets
113.108.238.121:tcp80 180.96.12.11:tcp80
1 192.168.1.1 11 192.168.1.1 11
2 114.116.64.1 11 114.116.64.1 11
3 10.145.209.26 11 10.145.209.26 11
4 10.144.12.74 11 10.145.209.25 11
5 10.144.10.66 11 10.144.10.66 11
6 10.144.10.206 11 10.144.10.206 11
7 10.144.12.153 11 10.144.12.153 11
8 10.83.64.1 11 10.83.64.1 11
11 10.252.253.1 11 10.252.253.1 11
18 - 202.97.49.221 11
20 113.108.238.121 SA 202.102.69.22 11
21 113.108.238.121 SA -
22 113.108.238.121 SA -
23 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
24 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
25 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
26 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
27 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
28 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
29 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
30 113.108.238.121 SA 180.96.12.11 SA
```

图3-15 代码运行结果

生成的路由轨迹图见图3-16（仅局部），“-”将使用unk*单元代替，重点路由节点将通过ASN获取所处的运营商或IDC位置，如IP“202.102.69.210”为“CHINANET-JS-AS-AP AS Number for CHINANET

jiangsu province backbone, CN”意思为该IP所处中国电信江苏省骨干网。

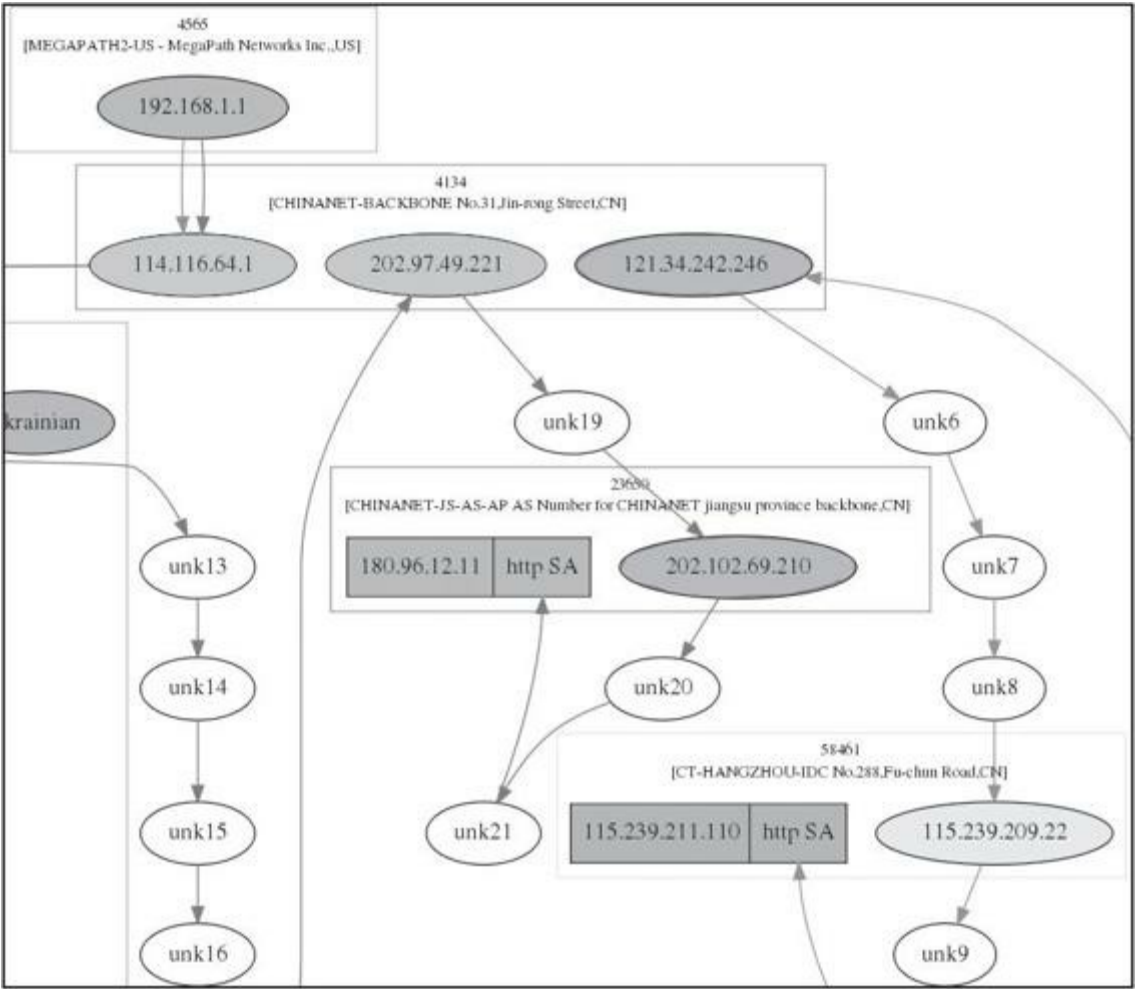


图3-16 路由轨迹图

通过路由轨迹图，我们可以非常清晰地看到探测点到目标节点的路由走向，运营商时常会做路由节点分流，不排除会造成选择的路由线路不是最优的，该视图可以帮助我们了解到这个信息。另外IE8以上及chrome浏览器都已支持SVG格式文件，可以直接浏览，无需转换成png或其他格式，可以轻松整合到我们的运营平台当中。



参考提示 3.3.1节scapy方法参数说明参考

<http://www.secdev.org/projects/scapy/doc/usage.html>。

第4章 Python与系统安全

信息安全是运维的根本，直接关系到企业的安危，稍有不慎会造成灾难性的后果。比如近年发生的多个知名网站会员数据库外泄事件，另外，国内知名漏洞报告平台乌云也频频爆出各大门户的安全漏洞。因此，信息安全体系建设已经被提到了前所未有的高度。如何提升企业的安全防范水准是目前普遍面临的问题，大体上主要分以下几个方面，包括安全设备防护、提高人员安全意识、实施系统平台安全加固、安全规范融合到ITIL体系、关注最新安全发展动向等，通过上述几个方面可以在很大程度上避免出现安全事故。本章主要讲述如何通过Python来实现系统级的安全防范策略，包括构建集中式的病毒扫描机制、端口安全扫描、安全密码生成等。

4.1 构建集中式的病毒扫描机制

Clam AntiVirus (ClamAV) 是一款免费而且开放源代码的防毒软件，软件与病毒库的更新皆由社区免费发布，官网地址：<http://www.clamav.net/lang/en/>。目前ClamAV主要为Linux、Unix系统提供病毒扫描、查杀等服务。

pyClamad (<http://xael.org/norman/python/pyclamd/>) 是一个Python第三方模块，可让Python直接使用ClamAV病毒扫描守护进程clamd，来实现一个高效的病毒检测功能，另外，pyClamad模块也非常容易整合到我们已有的平台当中。下面详细进行说明。

pyClamad模块的安装方法如下：

```
# 1、客户端（病毒扫描源）安装步骤
# yum install -y clamav clamd clamav-update      #安装clamavp相关程序包
# chkconfig --levels 235 clamd on              #添加扫描守护进程clamd系统服务
# /usr/bin/freshclam                             #更新病毒库，建议配置到crontab中定期更新
# setenforce 0                                    #关闭SELinux，避免远程扫描时提示无权限的问题
# 更新守护进程监听IP配置文件，根据不同环境自行修改监听的IP，“0.0.0.0”为监听所有主机IP
# sed -i -e '/^TCPAddr/{ s/127.0.0.1/0.0.0.0/; }' /etc/clamd.conf
# /etc/init.d/clamd start                        #启动扫描守护进程
# 2、主控端部署pyClamad环境步骤
# wget http://xael.org/norman/python/pyclamd/pyClamd-0.3.4.tar.gz
# tar -zxvf pyClamd-0.3.4.tar.gz
# cd pyClamd-0.3.4
# python setup.py install
```

4.1.1 模块常用方法说明

pyClamad提供了两个关键类，一个为ClamdNetworkSocket（）类，实现使用网络套接字操作clamd；另一个为ClamdUnixSocket（）类，实现使用Unix套接字类操作clamd。两个类定义的方法完全一样，本节以ClamdNetworkSocket（）类进行说明。

· `__init__`（self, host='127.0.0.1', port=3310, timeout=None）方法，是ClamdNetworkSocket类的初始化方法，参数host为连接主机IP；参数port为连接的端口，默认为3310，与/etc/clamd.conf配置文件中的TCPSocket参数要保持一致；timeout为连接的超时时间。

· `contscan_file`（self, file）方法，实现扫描指定的文件或目录，在扫描时发生错误或发现病毒将不终止，参数file（string类型）为指定的

文件或目录的绝对路径。

·`multiscan_file (self, file)` 方法，实现多线程扫描指定的文件或目录，多核环境速度更快，在扫描时发生错误或发现病毒将不终止，参数 `file (string类型)` 为指定的文件或目录的绝对路径。

·`scan_file (self, file)` 方法，实现扫描指定的文件或目录，在扫描时发生错误或发现病毒将终止，参数 `file (string类型)` 为指定的文件或目录的绝对路径。

·`shutdown (self)` 方法，实现强制关闭clamd进程并退出。

·`stats (self)` 方法，获取Clamscan的当前状态。

·`reload (self)` 方法，强制重载clamd病毒特征库，扫描前建议做 reload操作。

·`EICAR (self)` 方法，返回EICAR测试字符串，即生成具有病毒特征的字符串，便于测试。

4.1.2 实践：实现集中式的病毒扫描

本次实践实现了一个集中式的病毒扫描管理，可以针对不同业务环境定制扫描策略，比如扫描对象、描述模式、扫描路径、调度频率等。示例实现的架构见图4-1，首先业务服务器开启clamd服务（监听3310端口），管理服务器启用多线程对指定的服务集群进行扫描，扫描模式、扫描路径会传递到clamd，最后返回扫描结果给管理服务器端。



图4-1 集群病毒扫描架构图

本次实践通过ClamdNetworkSocket () 方法实现与业务服务器建

立扫描socket连接，再通过启动不同扫描方式实施病毒扫描并返回结果。实现代码如下：

【/home/test/pyClamad/simple1.py】

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
import time
import pyclamd
from threading import Thread
class Scan(Thread):
    def __init__(self, IP, scan_type, file):
        """构造方法，参数初始化"""
        Thread.__init__(self)
        self.IP = IP
        self.scan_type=scan_type
        self.file = file
        self.connstr=""
        self.scanresult=""
    def run(self):
        """多进程run方法"""
        try:
            cd = pyclamd.ClamdNetworkSocket(self.IP, 3310)      #创建网络套接
字连接对象
            if cd.ping():      #探测连通性
                self.connstr=self.IP+" connection [OK]"
                cd.reload()      #重载clamd病毒特征库，建议更新病毒库后做
reload() 操作
                if self.scan_type=="contscan_file":      #选择不同的扫描模式
                    self.scanresult="
{0}\n".format(cd.contscan_file(self.file))
                elif self.scan_type=="multiscan_file":
                    self.scanresult="
{0}\n".format(cd.multiscan_file(self.file))
                elif self.scan_type=="scan_file":
                    self.scanresult="
{0}\n".format(cd.scan_file(self.file))
                time.sleep(1)      #线程挂起1秒
            else:
                self.connstr=self.IP+" ping error, exit"
                return
        except Exception, e:
            self.connstr=self.IP+" "+str(e)
IPs=['192.168.1.21', '192.168.1.22']      #扫描主机列表
scantype="multiscan_file"      #指写扫描模式，支持multiscan_file、
contscan_file、scan_file
scanfile="/data/www"      #指定扫描路径
i=1
threadnum=2      #指定启动的线程数
scanlist = []      #存储扫描Scan类线程对象列表
for ip in IPs:
    currp = Scan(ip, scantype, scanfile)      #创建扫描Scan类对象，参数（IP，扫描
模式，扫描路径）
    scanlist.append(currp)      #追加对象到列表
    if i%threadnum==0 or i==len(IPs):      #当达到指定的线程数或IP列表数后启动、
```

退出线程

```
for task in scanlist:
    task.start()      #启动线程
for task in scanlist:
    task.join()       #等待所有子线程退出，并输出扫描结果
    print task.connstr    #打印服务器连接信息
    print task.scanresult    #打印扫描结果
scanlist = []
i+=1
```

通过EICAR（）方法生成一个带有病毒特征的文件/tmp/EICAR，代码如下：

```
void = open('/tmp/EICAR', 'w').write(cd.EICAR())
```

生成带有病毒特征的字符串内容如下，复制文件/tmp/EICAR到目标主机的扫描目录当中，以便进行测试。

```
#cat /tmp/EICAR
u'X5O! P%@AP[4\\PZX54 (P^) 7CC) 7}$EICAR-STANDARD-ANTIVIRUS-TEST-FILE!
$H+H*'
```

最后，启动扫描程序，在本次实践过程中启用两个线程，可以根据目标主机数量随意修改，代码运行结果如图4-2，其中192.168.1.21主机没有发现病毒，192.168.1.22主机发现了病毒测试文件EICAR。

```
[root@SN2013-08-020 pyClamad]# python simple1.py
192.168.1.21 connection [OK]
None

192.168.1.22 connection [OK]
{'u'/data/www/Lwebadmin/EICAR': ('FOUND', 'Eicar-Test-Signature')}
```

图4-2 集中式病毒扫描程序运行结果



参考提示 4.1.1节pyClamad模块方法说明参考

<http://xael.org/norman/python/pyclamd/pyclamd.html>。

4.2 实现高效的端口扫描器

如今互联网安全形势日趋严峻，给系统管理员带来很大的挑战，网络的开放性以及黑客的攻击是造成网络不安全的主因。稍有疏忽将给黑客带来可乘之机，给企业带来无法弥补的损失。比如由于系统管理员误操作，导致核心业务服务器的22、21、3389、3306等高危端口暴露在互联网上，大大提高了被入侵的风险。因此，定制一种规避此安全事故的机制已经迫在眉睫。本节主要讲述通过Python的第三方模块python-nmap来实现高效的端口扫描，达到发现异常时可以在第一时间发现并处理，将安全风险降到最低的目的。python-nmap模块作为nmap命令的Python封装，可以让Python很方便地操作nmap扫描器，它可以帮助管理员完成自动扫描任务和生成报告。

python-nmap模块的安装方法如下：

```
# yum -y install nmap      #安装nmap工具
# 模块源码安装
# wget http://xael.org/norman/python/python-nmap/python-nmap-0.1.4.tar.gz
# tar -zxvf python-nmap-0.1.4.tar.gz
# cd python-nmap-0.1.4
# python setup.py install
```

4.2.1 模块常用方法说明

本节介绍python-nmap模块的两个常用类，一个为PortScanner（）类，实现一个nmap工具的端口扫描功能封装；另一个为PortScannerHostDict（）类，实现存储与访问主机的扫描结果，下面介绍PortScanner（）类的一些常用方法。

·scan（self, hosts='127.0.0.1', ports=None, arguments='-sV'）方法，实现指定主机、端口、nmap命令行参数的扫描。参数hosts为字符串类型，表示扫描的主机地址，格式可以用“scanme.nmap.org”、“198.116.0-255.1-127”、“216.163.128.20/20”表示；参数ports为字符串类型，表示扫描的端口，可以用“22, 53, 110, 143-4564”来表示；参数arguments为字符串类型，表示nmap命令行参数，格式为“-sU-sX-sC”，例如：

```
nm = nmap.PortScanner（）
```

```
nm.scan ('192.168.1.21-22', '22, 80')
```

·**command_line (self)** 方法，返回的扫描方法映射到具体nmap命令行，如：

```
>>> nm.command_line ()
u'nmap -oX - -p 22, 80 -sV 192.168.1.21-22'
```

·**scaninfo (self)** 方法，返回nmap扫描信息，格式为字典类型，如：

```
>>> nm.scaninfo ()
{'tcp': {'services': u'22, 80', 'method': u'syn'}}
```

·**all_hosts (self)** 方法，返回nmap扫描的主机清单，格式为列表类型，如：

```
[u'192.168.1.21', u'192.168.1.22']
```

以下介绍PortScannerHostDict () 类的一些常用方法。

·**hostname (self)** 方法，返回扫描对象的主机名，如：

```
>>> nm['192.168.1.22'].hostname ()
u'SN2013-08-022'
```

·**state (self)** 方法，返回扫描对象的状态，包括4种状态 (up、down、unknown、skipped)，如：

```
>>> nm['192.168.1.22'].state ()
u'up'
```

·**all_protocols (self)** 方法，返回扫描的协议，如：

```
>>> nm['192.168.1.22'].all_protocols ()
[u'tcp']
```

·**all_tcp () (self)** 方法，返回TCP协议扫描的端口，如：

```
>>> nm['192.168.1.22'].all_tcp ()
```

·tcp (self, port) 方法，返回扫描TCP协议port（端口）的信息，如：

```
>>> nm['192.168.1.22'].tcp (22)
{'state': u'open', 'reason': u'syn-ack', 'name': u'ssh'}
```

4.2.2 实践：实现高效的端口扫描

本次实践通过python-nmap实现一个高效的端口扫描工具，与定时作业crontab及邮件告警结合，可以很好地帮助我们及时发现异常开放的高危端口。当然，该工具也可以作为业务服务端口的可用性探测，例如扫描192.168.1.20-25网段Web服务端口80是否处于open状态。实践所采用的scan（）方法的arguments参数指定为“-v-PE-p'+端口”，-v表示启用细节模式，可以返回非up状态主机清单；-PE表示采用TCP同步扫描（TCP SYN）方式；-p指定扫描端口范围。程序输出部分采用了三个for循环体，第一层遍历扫描主机，第二层为遍历协议，第三层为遍历端口，最后输出主机状态。具体实现代码如下：

【/home/test/python-nmap/simple1.py】

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
import sys
import nmap
scan_row=[]
input_data = raw_input('Please input hosts and port: ')
scan_row = input_data.split(" ")
if len(scan_row)!=2:
    print "Input errors, example \"192.168.1.0/24 80, 443, 22\""
    sys.exit(0)
hosts=scan_row[0]      #接收用户输入的主机
port=scan_row[1]      #接收用户输入的端口
try:
    nm = nmap.PortScanner()      #创建端口扫描对象
except nmap.PortScannerError:
    print('Nmap not found', sys.exc_info()[0])
    sys.exit(0)
except:
    print("Unexpected error: ", sys.exc_info()[0])
    sys.exit(0)
try:
    #调用扫描方法，参数指定扫描主机hosts，nmap扫描命令行参数arguments
    nm.scan(hosts=hosts, arguments='-v -sS -p '+port)
```

```

except Exception, e:
    print "Scan error: "+str(e)
for host in nm.all_hosts():          #遍历扫描主机
    print ('-----')
    print ('Host : %s (%s)' % (host, nm[host].hostname())) #输出主机及主机名
    print ('State : %s' % nm[host].state())                #输出主机状态, 如up、down
    for proto in nm[host].all_protocols():                 #遍历扫描协议, 如tcp、udp
        print ('-----')
        print ('Protocol : %s' % proto)                  #输入协议名
        lport = nm[host][proto].keys()                    #获取协议的所有扫描端口
        lport.sort()                                       #端口列表排序
        for port in lport:                                 #遍历端口及输出端口与状态
            print ('port : %s\tstate : %s' % (port, nm[host][proto][port]['state']))

```

其中主机输入支持所有表达方式, 如www.qq.com、192.168.1.*、192.168.1.1-20、192.168.1.0/24等, 端口输入格式也非常灵活, 如80, 443, 22、80, 22-443。代码运行结果如图4-3所示。

```

[root@SN2013-08-020 python-nmap]# python simple1.py
Please input hosts and port: 192.168.1.1-20 80,22,443

-----
Host : 192.168.1.1 ()
State : up
-----
Protocol : tcp
port : 22      state : closed
port : 80      state : open
port : 443     state : closed
-----
Host : 192.168.1.10 ()
State : down
-----
Host : 192.168.1.11 ()
State : down
-----

```

图4-3 指定IP段与端口的扫描结果



参考提示 4.2.1节Python-nmap模块方法与参数说明参考

<http://xael.org/norman/python/python-nmap/>。示例源码参考官方源码包中的example.py。

第二部分 高级篇

- 第5章 系统批量运维管理器pexpect详解
- 第6章 系统批量运维管理器paramiko详解
- 第7章 系统批量运维管理器Fabric详解
- 第8章 从“零”开发一个轻量级WebServer
- 第9章 集中化管理平台Ansible详解
- 第10章 集中化管理平台Saltstack详解
- 第11章 统一网络控制器Func详解
- 第12章 Python大数据应用详解

第5章 系统批量运维管理器pexpect详解

pexpect可以理解成Linux下的expect的Python封装，通过pexpect我们可以实现对ssh、ftp、passwd、telnet等命令行进行自动交互，而无需人工干涉来达到自动化的目的。比如我们可以模拟一个FTP登录时的所有交互，包括输入主机地址、用户名、密码、上传文件等，待出现异常我们还可以进行尝试自动处理。pexpect的官网地址：<http://pexpect.readthedocs.org/en/latest/>，目前最高版本为3.0。

5.1 pexpect的安装

pexpect作为Python的一个普通模块，支持pip、easy_install或源码安装方式，具体安装命令如下（根据用户环境，自行选择pip或easy_install）：

```
pip install pexpect
easy_install pexpect
```

关于源码安装，笔者采用了GitHub平台的项目托管源，安装步骤如下：

```
#wget https://github.com/pexpect/pexpect/releases/download/3.0/pexpect-3.0.tar.gz -O pexpect-3.0.tar.gz
#tar -zxvf pexpect-3.0.tar.gz
#cd pexpect-3.0
#python setup.py install
```

校验安装结果，导入模块没有提示异常则说明安装成功：

```
# python
Python 2.6.6 (r266: 84292, Jul 10 2013, 22: 48: 45)
[GCC 4.4.7 20120313 (Red Hat 4.4.7-3)] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import pexpect
>>>
```

一个简单实现SSH自动登录的示例如下：

```
import pexpect
child = pexpect.spawn('scp foo user@example.com: .') #spawn启动scp程序
child.expect('Password: ') #expect方法等待子程序产生的输出，判断是否匹配定义的字符串
                                #'Password: '
child.sendline(mypassword) #匹配后则发送密码串进行回应
```

5.2 pexpect的核心组件

下面介绍pexpect的几个核心组件包括spawn类、run函数及派生类pxssh等的定义及使用方法。

5.2.1 spawn类

spawn是pexpect的主要类接口，功能是启动和控制子应用程序，以下是它的构造函数定义：

```
class pexpect.spawn (command,      args=[],      timeout=30,      maxread=2000,
searchwindowsize=None,      logfile=None,      cwd=None,      env=None,
ignore_sighup=True)
```

其中command参数可以是任意已知的系统命令，比如：

```
child = pexpect.spawn ('/usr/bin/ftp') #启动ftp客户端命令
child = pexpect.spawn ('/usr/bin/ssh user@example.com') #启动ssh远程连接命令
child = pexpect.spawn ('ls -latr /tmp') #运行ls显示/tmp目录内容命令
```

当子程序需要参数时，还可以使用Python列表来代替参数项，如：

```
child = pexpect.spawn ('/usr/bin/ftp', [])
child = pexpect.spawn ('/usr/bin/ssh', ['user@example.com'])
child = pexpect.spawn ('ls', ['-latr', '/tmp'])
```

参数timeout为等待结果的超时时间；参数maxread为pexpect从终端控制台一次读取的最大字节数，searchwindowsize参数为匹配缓冲区字符串的位置，默认是从开始位置匹配。

需要注意的是，pexpect不会解析shell命令当中的元字符，包括重定向“>”、管道“|”或通配符“*”，当然，我们可以通过一个技巧来解决这个问题，将存在这三个特殊元字符的命令作为/bin/bash的参数进行调用，例如：

```
child = pexpect.spawn ('/bin/bash -c "ls -l | grep LOG > logs.txt"')
child.expect (pexpect.EOF)
```

我们可以通过将命令的参数以Python列表的形式进行替换，从而使我们的语法变成更加清晰，下面的代码等价于上面的。

```
shell_cmd = 'ls -l | grep LOG > logs.txt'
child = pexpect.spawn('/bin/bash', ['-c', shell_cmd])
child.expect(pexpect.EOF)
```

有时候调试代码时，希望获取pexpect的输入与输出信息，以便了解匹配的情况。pexpect提供了两种途径，一种为写到日志文件，另一种为输出到标准输出。写到日志文件的实现方法如下：

```
child = pexpect.spawn('some_command')
fout = file('mylog.txt', 'w')
child.logfile = fout
```

输出到标准输出的方法如下：

```
child = pexpect.spawn('some_command')
child.logfile = sys.stdout
```

下面为一个完整的示例，实现远程SSH登录，登录成功后显示/home目录文件清单，并通过日志文件记录所有的输入与输出。

```
import pexpect
import sys
child = pexpect.spawn('ssh root@192.168.1.21')
fout = file('mylog.txt', 'w')
child.logfile = fout
#child.logfile = sys.stdout
child.expect("password: ")
child.sendline("U3497DT32t")
child.expect('#')
child.sendline('ls /home')
child.expect('#')
```

以下为mylog.txt日志内容，可以看到pexpect产生的全部输入与输出信息。

```
# cat mylog.txt
root@192.168.1.21's password: U3497DT32t
Last login: Tue Jan  7 23: 05: 30 2014 from 192.168.1.20
[root@SN2013-08-021 ~]# ls /home
ls /home
cc.py                poster-0.8.1          tarfile.tar.gz      zipfile.zip
default.tar.gz       poster-0.8.1.tar.gz  test.sh
```


(1) expect方法

expect定义了一个子程序输出的匹配规则。

方法定义：**expect** (**pattern**, **timeout**=-1, **searchwindowsize**=-1)

其中，参数**pattern**表示字符串、**pexpect.EOF**（指向缓冲区尾部，无匹配项）、**pexpect.TIMEOUT**（匹配等待超时）、正则表达式或者前面四种类型组成的列表（List），当**pattern**为一个列表时，且不止一个表列元素被匹配，则返回的结果是子程序输出最先出现的那个元素，或者是列表最左边的元素（最小索引ID），如：

```
import pexpect
child = pexpect.spawn("echo 'foobar'")
print child.expect(['bar', 'foo', 'foobar'])
输出：1，即'foo'被匹配
```

参数**timeout**指定等待匹配结果的超时时间，单位为秒。当超时被触发时，**expect**将匹配到**pexpect.TIMEOUT**；参数**searchwindowsize**为匹配缓冲区字符串的位置，默认是从开始位置匹配。

当**pexpect.EOF**、**pexpect.TIMEOUT**作为**expect**的列表参数时，匹配时将返回所处列表中的索引ID，例如：

```
index = p.expect(['good', 'bad', pexpect.EOF, pexpect.TIMEOUT])
if index == 0:
    do_something()
elif index == 1:
    do_something_else()
elif index == 2:
    do_some_other_thing()
elif index == 3:
    do_something_completely_different()
```

以上代码等价于

```
try:
    index = p.expect(['good', 'bad'])
    if index == 0:
        do_something()
    elif index == 1:
        do_something_else()
except EOF:
```

```
do_some_other_thing ()
except TIMEOUT:
    do_something_completely_different ()
```

expect方法有两个非常棒的成员：**before**与**after**。**before**成员保存了最近匹配成功之前的内容，**after**成员保存了最近匹配成功之后的内容。例如：

```
import pexpect
import sys
child = pexpect.spawn('ssh root@192.168.1.21')
fout = file('mylog.txt', 'w')
child.logfile = fout
child.expect(["password: "])
child.sendline("980405")
print "before: "+child.before
print "after: "+child.after
```

运行结果如下：

```
before: root@192.168.1.21's
after: password:
```

（2）read相关方法

下面这些输入方法的作用都是向子程序发送响应命令，可以理解成代替了我们的标准输入键盘。

```
send(self, s)  发送命令，不回车
sendline(self, s='')  发送命令，回车
sendcontrol(self, char)  发送控制字符，如child.sendcontrol('c') 等价于"ctrl+c"
sendeof()  发送eof
```

5.2.2 run函数

run是使用**pexpect**进行封装的调用外部命令的函数，类似于**os.system**或**os.popen**方法，不同的是，使用**run()**可以同时获得命令的输出结果及命令的退出状态，函数定义：**pexpect.run(command, timeout=-1, withexitstatus=False, events=None, extra_args=None, logfile=None, cwd=None, env=None)**。

参数`command`可以是系统已知的任意命令，如没有写绝对路径时将会尝试搜索命令的路径，`events`是一个字典，定义了`expect`及`sendline`方法的对应关系，`spawn`方式的例子如下：

```
from pexpect import *
child = spawn('scp foo user@example.com: .')
child.expect('( ? i) password')
child.sendline(mypassword)
```

使用`run`函数实现如下，是不是更加简洁、精炼了？

```
from pexpect import *
run('scp      foo      user@example.com: .',      events={'( ? i) password':
mypassword})
```

5.2.3 pxssh类

`pxssh`是`pexpect`的派生类，针对在ssh会话操作上再做一层封装，提供与基类更加直接的操作方法。

`pxssh`类定义：

```
class          pexpect.pxssh.pxssh (timeout=30,          maxread=2000,
searchwindowsize=None, logfile=None, cwd=None, env=None)
```

`pxssh`常用的三个方法如下：

- `login ()` 建立ssh连接；
- `logout ()` 断开连接；
- `prompt ()` 等待系统提示符，用于等待命令执行结束。

下面使用`pxssh`类实现一个ssh连接远程主机并执行命令的示例。首先使用`login ()`方法与远程主机建立连接，再通过`sendline ()`方法发送执行的命令，`prompt ()`方法等待命令执行结束且出现系统提示符，最后使用`logout ()`方法断开连接。

【`/home/test/pexpect/simple1.py`】

```
import pxssh
import getpass
try:
    s = pxssh.pxssh()      #创建pxssh对象s
    hostname = raw_input('hostname: ')
    username = raw_input('username: ')
    password = getpass.getpass('please input password: ') #接收密码输入
    s.login(hostname, username, password) #建立ssh连接
    s.sendline('uptime')    # 运行uptime命令
    s.prompt()              # 匹配系统提示符
    print s.before          # 打印出现系统提示符前的命令输出
    s.sendline('ls -l')
    s.prompt()
    print s.before
    s.sendline('df')
    s.prompt()
    print s.before
    s.logout() #断开ssh连接
except pxssh.ExceptionPxssh, e:
    print "pxssh failed on login."
    print str(e)
```

5.3 pexpect应用示例

下面介绍两个通过pexpect实现自动化操作的示例，其中一个实现FTP协议的自动交互，另一个为SSH协议自动化操作，这些都是日常运维中经常遇到的场景。

5.3.1 实现一个自动化FTP操作

我们常用FTP协议实现自动化、集中式的文件备份，要求做到账号登录、文件上传与下载、退出等实现自动化操作，本示例使用pexpect模块的spawnu（）方法执行FTP命令，通过expect（）方法定义匹配的输出规则，sendline（）方法执行相关FTP交互命令等，详细源码如下：

【/home/test/pexpect/simple2.py】

```
from __future__ import unicode_literals #使用unicode编码
import pexpect
import sys
child = pexpect.spawnu('ftp ftp.openbsd.org') #运行ftp命令
child.expect('( ? i) name .*: ') # ( ? i) 表示后面的字符串正则匹配忽略大小写
child.sendline('anonymous') #输入ftp账号信息
child.expect('( ? i) password') #匹配密码输入提示
child.sendline('pexpect@sourceforge.net') #输入ftp密码
child.expect('ftp> ')
child.sendline('bin') #启用二进制传输模式
child.expect('ftp> ')
child.sendline('get robots.txt') #下载robots.txt文件
child.expect('ftp> ')
sys.stdout.write (child.before) #输出匹配"ftp> "之前的输入与输出
print ("Escape character is '^]'.\n")
sys.stdout.write (child.after)
sys.stdout.flush ()
#调用 interact () 让出控制权，用户可以继续当前的会话手工控制子程序，默认输入"^]"字符跳出
child.interact ()
child.sendline ('bye')
child.close ()
```

运行结果如下：

```
get robots.txt
local: robots.txt remote: robots.txt
227 Entering Passive Mode (129, 128, 5, 191, 197, 243)
150 Opening BINARY mode data connection for 'robots.txt' (26 bytes).
226 Transfer complete.
26 bytes received in 3.29 secs (0.01 Kbytes/sec)
Escape character is '^]'.
```

5.3.2 远程文件自动打包并下载

在Linux系统集群运营当中，时常需要批量远程执行Linux命令，并且双向同步文件的操作。本示例通过使用spawn () 方法执行ssh、scp命令的思路来实现，具体实现源码如下：

【/home/test/pexpect/simple3.py】

```
import pexpect
import sys
ip="192.168.1.21" #定义目标主机
user="root" #目标主机用户
passwd="H6DSY#*$df32" #目标主机密码
target_file="/data/logs/nginx_access.log" #目标主机nginx日志文件
child = pexpect.spawn('/usr/bin/ssh', [user+'@'+ip]) #运行ssh命令
fout = file('mylog.txt', 'w') #输入、输出日志写入mylog.txt文件
child.logfile = fout
try:
    child.expect (' (? i) password') #匹配password字符串， (? i) 表示不区别大小
    写
    child.sendline (passwd)
    child.expect ('#')
    child.sendline ('tar -czf /data/nginx_access.tar.gz '+target_file) #打
    包nginx
    #日志
    文件
    child.expect ('#')
    print child.before
    child.sendline ('exit')
    fout.close ()
except EOF: #定义EOF异常处理
    print "expect EOF"
except TIMEOUT: #定义TIMEOUT异常处理
    print "expect TIMEOUT"
child = pexpect.spawn ('/usr/bin/scp',
[user+'@'+ip+': /data/nginx_access.tar.gz', '/home']) #启动scp远程拷贝命令，
实现将打包好的nginx日志复制至本地/home目录
fout = file ('mylog.txt', 'a')
child.logfile = fout
try:
    child.expect (' (? i) password')
    child.sendline (passwd)
    child.expect (pexpect.EOF) #匹配缓冲区EOF (结尾)，保证文件复制正常完成
except EOF:
    print "expect EOF"
except TIMEOUT:
    print "expect TIMEOUT"
```



参考提示 5.2节和5.3节常用类说明与应用案例参考

<http://pexpect.readthedocs.org/en/latest/>。

第6章 系统批量运维管理器paramiko详解

paramiko是基于Python实现的SSH2远程安全连接，支持认证及密钥方式。可以实现远程命令执行、文件传输、中间SSH代理等功能，相对于Pexpect，封装的层次更高，更贴近SSH协议的功能，官网地址：<http://www.paramiko.org>，目前最高版本为1.13。

6.1 paramiko的安装

paramiko支持pip、easy_install或源码安装方式，很方便解决包依赖的问题，具体安装命令如下（根据用户环境，自行选择pip或easy_install）：

```
pip install paramiko
easy_install paramiko
```

paramiko依赖第三方的Crypto、Ecdsa包及Python开发包python-devel的支持，源码安装步骤如下：

```
# yum -y install python-devel
# wget http://ftp.dlitz.net/pub/dlitz/crypto/pycrypto/pycrypto-2.6.tar.gz
# tar -zxvf pycrypto-2.6.tar.gz
# cd pycrypto-2.6
# python setup.py install
# cd ..
# wget https://pypi.python.org/packages/source/e/ecdsa/ecdsa-0.10.tar.gz
--no-check-certificate
# tar -zxvf ecdsa-0.10.tar.gz
# cd ecdsa-0.10
# python setup.py install
# cd ..
# wget https://github.com/paramiko/paramiko/archive/v1.12.2.tar.gz
# tar -zxvf v1.12.2.tar.gz
# cd paramiko-1.12.2/
# python setup.py install
```

校验安装结果，导入模块没有提示异常则说明安装成功：

```
# python
Python 2.6.6 (r266: 84292, Jul 10 2013, 22: 48: 45)
[GCC 4.4.7 20120313 (Red Hat 4.4.7-3)] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import paramiko
>>>
```

下面介绍一个简单实现远程SSH运行命令的示例。该示例使用密码认证方式，通过exec_command（）方法执行命令，详细源码如下：

【/home/test/paramiko/simple1.py】

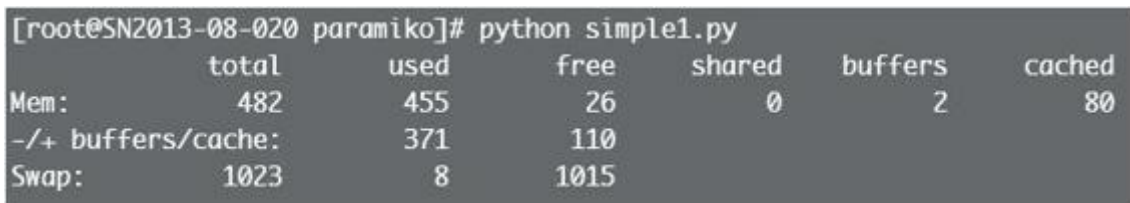
```
#!/usr/bin/env python
import paramiko
```

```

hostname='192.168.1.21'
username='root'
password='SKJh935yft#'
paramiko.util.log_to_file('syslogin.log') #发送paramiko日志到syslogin.log文件
ssh=paramiko.SSHClient() #创建一个ssh客户端client对象
ssh.load_system_host_keys() #获取客户端host_keys, 默认~/.ssh/known_hosts, 非默认路
                                #径需指定
ssh.connect(hostname=hostname, username=username, password=password) #创建ssh连接
stdin, stdout, stderr=ssh.exec_command('free -m') #调用远程执行命令方法
exec_command()
print stdout.read() #打印命令执行结果, 得到Python列表形式, 可以使用
stdout.readlines()
ssh.close() #关闭ssh连接

```

程序的运行结果截图如图6-1所示。



```

[root@SN2013-08-020 paramiko]# python simple1.py

```

	total	used	free	shared	buffers	cached
Mem:	482	455	26	0	2	80
-/+ buffers/cache:		371	110			
Swap:	1023	8	1015			

图6-1 程序运行结果

6.2 paramiko的核心组件

paramiko包含两个核心组件，一个为SSHClient类，另一个为SFTPClient类，下面详细介绍。

6.2.1 SSHClient类

SSHClient类是SSH服务会话的高级表示，该类封装了传输（transport）、通道（channel）及SFTPClient的校验、建立的方法，通常用于执行远程命令，下面是一个简单的例子：

```
client = SSHClient()
client.load_system_host_keys()
client.connect('ssh.example.com')
stdin, stdout, stderr = client.exec_command('ls -l')
```

下面介绍SSHClient常用的几个方法。

1.connect方法

connect方法实现了远程SSH连接并校验。

方法定义：

```
connect(self, hostname, port=22, username=None, password=None,
pkey=None, key_filename=None, timeout=None, allow_agent=True,
look_for_keys=True, compress=False)
```

参数说明：

- hostname（str类型），连接的目标主机地址；
- port（int类型），连接目标主机的端口，默认为22；
- username（str类型），校验的用户名（默认为当前的本地用户名）；
- password（str类型），密码用于身份校验或解锁私钥；
- pkey（PKey类型），私钥方式用于身份验证；

- key_filename (str or list (str) 类型)，一个文件名或文件名的列表，用于私钥的身份验证；
- timeout (float类型)，一个可选的超时时间（以秒为单位）的TCP连接；
- allow_agent (bool类型)，设置为False时用于禁用连接到SSH代理；
- look_for_keys (bool类型)，设置为False时用来禁用在~/.ssh中搜索私钥文件；
- compress (bool类型)，设置为True时打开压缩。

2.exec_command方法

远程命令执行方法，该命令的输入与输出流为标准输入（stdin）、输出（stdout）、错误（stderr）的Python文件对象，方法定义：

```
exec_command(self, command, bufsize=-1)
```

参数说明：

- command (str类型)，执行的命令串；
- bufsize (int类型)，文件缓冲区大小，默认为-1（不限制）。

3.load_system_host_keys方法

加载本地公钥校验文件，默认为~/.ssh/known_hosts，非默认路径需要手工指定，方法定义：

```
load_system_host_keys(self, filename=None)
```

参数说明：

filename (str类型)，指定远程主机公钥记录文件。

4.set_missing_host_key_policy方法

设置连接的远程主机没有本地主机密钥或HostKeys对象时的策略，目前支持三种，分别是AutoAddPolicy、RejectPolicy（默认）、WarningPolicy，仅限用于SSHClient类，分别代表的含义如下：

- AutoAddPolicy，自动添加主机名及主机密钥到本地HostKeys对象，并将其保存，不依赖load_system_host_keys（）的配置，即使~/.ssh/known_hosts不存在也不产生影响；

- RejectPolicy，自动拒绝未知的主机名和密钥，依赖load_system_host_keys（）的配置；

- WarningPolicy，用于记录一个未知的主机密钥的Python警告，并接受它，功能上与AutoAddPolicy相似，但未知主机会有告警。

使用方法如下：

```
ssh=paramiko.SSHClient()  
ssh.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())
```

6.2.2 SFTPClient类

SFTPClient作为一个SFTP客户端对象，根据SSH传输协议的sftp会话，实现远程文件操作，比如文件上传、下载、权限、状态等操作，下面介绍SFTPClient类的常用方法。

1.from_transport方法

创建一个已连通的SFTP客户端通道，方法定义：

```
from_transport(cls, t)
```

参数说明：

t（Transport），一个已通过验证的传输对象。

例子说明：

```
t = paramiko.Transport(("192.168.1.22", 22))  
t.connect(username="root", password="KJSdj348g")  
sftp = paramiko.SFTPClient.from_transport(t)
```

2.put方法

上传本地文件到远程SFTP服务端，方法定义：

```
put (self, localpath, remotepath, callback=None, confirm=True)
```

参数说明：

- localpath（str类型），需上传的本地文件（源）；

- remotepath（str类型），远程路径（目标）；

- callback（function（int，int）），获取已接收的字节数及总传输字节数，以便回调函数调用，默认为None；

- confirm（bool类型），文件上传完毕后是否调用stat（）方法，以便确认文件的大小。

例子说明：

```
localpath='/home/access.log'  
remotepath='/data/logs/access.log'  
sftp.put(localpath, remotepath)
```

3.get方法

从远程SFTP服务端下载文件到本地，方法定义：

```
get (self, remotepath, localpath, callback=None)
```

参数说明：

- remotepath（str类型），需下载的远程文件（源）；

- localpath（str类型），本地路径（目标）；

- callback（function（int，int）），获取已接收的字节数及总传输字节数，以便回调函数调用，默认为None。

例子说明：

```
remotepath='/data/logs/access.log'  
localpath='/home/access.log'  
sftp.get(remotepath, localpath)
```

4.其他方法

SFTPClient类其他常用方法说明：

- Mkdir，在SFTP服务器端创建目录，如
sftp.mkdir("/home/userdir", 0755)。
- remove，删除SFTP服务器端指定目录，如
sftp.remove("/home/userdir")。
- rename，重命名SFTP服务器端文件或目录，如
sftp.rename("/home/test.sh", "/home/testfile.sh")。
- stat，获取远程SFTP服务器端指定文件信息，如
sftp.stat("/home/testfile.sh")。
- listdir，获取远程SFTP服务器端指定目录列表，以Python的列表（List）形式返回，如sftp.listdir("/home")。

5.SFTPClient类应用示例

下面为SFTPClient类的一个完整示例，实现了文件上传、下载、创建与删除目录等，需要注意的是，put和get方法需要指定文件名，不能省略。详细源码如下：

```
#!/usr/bin/env python  
import paramiko  
username = "root"  
password = "KJsd8t34d"  
hostname = "192.168.1.21"  
port = 22  
try:  
    t = paramiko.Transport((hostname, port))  
    t.connect(username=username, password=password)  
    sftp = paramiko.SFTPClient.from_transport(t)  
    sftp.put("/home/user/info.db", "/data/user/info.db")    #上传文件  
    sftp.get("/data/user/info_1.db", "/home/user/info_1.db")    #下载文件  
    sftp.mkdir("/home/userdir", 0755)    #创建目录  
    sftp.rmdir("/home/userdir")    #删除目录  
    sftp.rename("/home/test.sh", "/home/testfile.sh")    #文件重命名  
    print sftp.stat("/home/testfile.sh")    #打印文件信息  
    print sftp.listdir("/home")    #打印目录列表  
    t.close();
```

```
except Exception, e:  
    print str(e)
```

6.3 paramiko应用示例

6.3.1 实现密钥方式登录远程主机

实现自动密钥登录方式，第一步需要配置与目标设备的密钥认证支持，具体见9.2.5节，私钥文件可以存放在默认路径“~/.ssh/id_rsa”，当然也可以自定义，如本例的“/home/key/id_rsa”，通过paramiko.RSAKey.from_private_key_file（）方法引用，详细代码如下：

【/home/test/paramiko/simple2.py】

```
#!/usr/bin/env python
import paramiko
import os
hostname='192.168.1.21'
username='root'
paramiko.util.log_to_file('syslogin.log')
ssh=paramiko.SSHClient()
ssh.load_system_host_keys()
privatekey = os.path.expanduser('/home/key/id_rsa') #定义私钥存放路径
key = paramiko.RSAKey.from_private_key_file(privatekey) #创建私钥对象key
ssh.connect(hostname=hostname, username=username, pkey = key)
stdin, stdout, stderr=ssh.exec_command('free -m')
print stdout.read()
ssh.close()
```

程序执行结果见图6-1。

6.3.2 实现堡垒机模式下的远程命令执行

堡垒机环境在一定程度上提升了运营安全级别，但同时也提高了日常运营成本，作为管理的中转设备，任何针对业务服务器的管理请求都会经过此节点，比如SSH协议，首先运维人员在办公电脑通过SSH协议登录堡垒机，再通过堡垒机SSH跳转到所有的业务服务器进行维护操作，如图6-2所示。



图6-2 堡垒机模式下的远程命令执行

我们可以利用paramiko的invoke_shell机制来实现通过堡垒机实现服务器操作，原理是SSHClient.connect到堡垒机后开启一个新的SSH会话（session），通过新的会话运行“ssh user@IP”去实现远程执行命令的操作。实现代码如下：

【/home/test/paramiko/simple3.py】

```
#!/usr/bin/env python
import paramiko
import os, sys, time
blip="192.168.1.23"      #定义堡垒机信息
bluser="root"
blpasswd="KJsdiug45"
hostname="192.168.1.21"  #定义业务服务器信息
username="root"
password="IS8t5jgrie"
port=22
passinfo='\s password: '    #输入服务器密码的前标志串
paramiko.util.log_to_file('syslogin.log')
ssh=paramiko.SSHClient()    #ssh登录堡垒机
ssh.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())
ssh.connect(hostname=blip, username=bluser, password=blpasswd)
channel=ssh.invoke_shell()  #创建会话，开启命令调用
channel.settimeout(10)      #会话命令执行超时时间，单位为秒
buff = ''
resp = ''
channel.send('ssh '+username+'@'+hostname+'\n')    #执行ssh登录业务主机
while not buff.endswith(passinfo):                #ssh登录的提示信息判断，输出串尾含有"\s
password: "时
    try:                                           #退出while循环
        resp = channel.recv(9999)
    except Exception, e:
        print 'Error info: %s connection time.' % (str(e))
        channel.close()
        ssh.close()
        sys.exit()
    buff += resp
    if not buff.find('yes/no') == -1:             #输出串尾含有"yes/no"时发送"yes"并回车
        channel.send('yes\n')
        buff=''
channel.send(password+'\n')    #发送业务主机密码
buff=''
while not buff.endswith('# '):    #输出串尾为"# "时说明校验通过并退出while循环
    resp = channel.recv(9999)
    if not resp.find(passinfo) == -1:    #输出串尾含有"\s password: "时说明
        密码不正确，
        #要求重新输入
        print 'Error info: Authentication failed.'
        channel.close()    #关闭连接对象后退出
        ssh.close()
        sys.exit()
    buff += resp
```

```
channel.send('ifconfig\n')      #认证通过后发送ifconfig命令来查看结果
buff=''
try:
    while buff.find('# ') == -1:
        resp = channel.recv(9999)
        buff += resp
except Exception, e:
    print "error info: "+str(e)
print buff      #打印输出串
channel.close()
ssh.close()
```

运行结果如下：

```
# python /home/test/paramiko/simple3.py
ifconfig
eth0      Link encap: Ethernet  HWaddr 00: 50: 56: 28: 63: 2D
          inet  addr: 192.168.1.21      Bcast: 192.168.1.255      Mask:
255.255.255.0
          inet6 addr:  fe80:: 250: 56ff: fe28: 632d/64 Scope: Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU: 1500  Metric: 1
RX packets: 3523007 errors: 0 dropped: 0 overruns: 0 frame: 0
TX packets: 6777657 errors: 0 dropped: 0 overruns: 0 carrier: 0
collisions: 0 txqueuelen: 1000
          RX bytes: 606078157 (578.0 MiB)      TX bytes: 1428493484 (1.3
GiB)
lo        Link encap: Local Loopback
          inet addr: 127.0.0.1  Mask: 255.0.0.0
... ..
```

显示“inet addr: 192.168.1.21”说明命令已经成功执行。

6.3.3 实现堡垒机模式下的远程文件上传

实现堡垒机模式下的文件上传，原理是通过paramiko的SFTPClient将文件从办公设备上传至堡垒机指定的临时目录，如/tmp，再通过SSHClient的invoke_shell方法开启ssh会话，执行scp命令，将/tmp下的指定文件复制到目标业务服务器上，如图6-3所示。

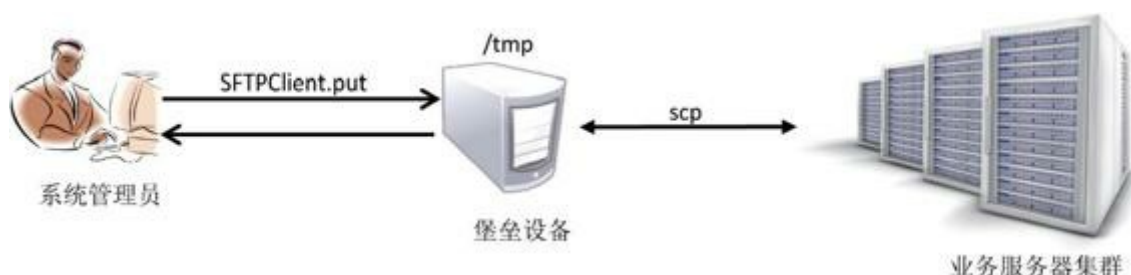


图6-3 堡垒机模式下的文件上传

本示例具体使用sftp.put（）方法上传文件至堡垒机临时目录，再通过send（）方法执行scp命令，将堡垒机临时目录下的文件复制到目标主机，详细的实现源码如下：

【/home/test/paramiko/simple4.py】

```
#!/usr/bin/env python
import paramiko
import os, sys, time
blip="192.168.1.23"      #定义堡垒机信息
bluser="root"
blpasswd=" IS8t5jgrie"
hostname="192.168.1.21"    #定义业务服务器信息
username="root"
password=" KJsdiug45"
tmpdir="/tmp"
remotedir="/data"
localpath="/home/nginx_access.tar.gz"    #本地源文件路径
tmppath=tmpdir+"/nginx_access.tar.gz"    #堡垒机临时路径
remotepath=remotedir+"/nginx_access_hd.tar.gz"    #业务主机目标路径
port=22
passinfo='\s password: '
paramiko.util.log_to_file('syslogin.log')
t = paramiko.Transport ( (blip, port) )
t.connect (username=bluser, password=blpasswd)
sftp =paramiko.SFTPClient.from_transport (t)
sftp.put (localpath, tmppath)    #上传本地源文件到堡垒机临时路径
sftp.close ()
ssh=paramiko.SSHClient ()
ssh.set_missing_host_key_policy (paramiko.AutoAddPolicy ())
ssh.connect (hostname=blip, username=bluser, password=blpasswd)
channel=ssh.invoke_shell ()
channel.settimeout (10)
buff = ''
resp = ''
#scp中转目录文件到目标主机
channel.send ('scp                                     '+tmppath+'
'+username+'@'+hostname+': '+remotepath+'\n')
while not buff.endswith (passinfo):
    try:
        resp = channel.recv (9999)
    except Exception, e:
        print 'Error info: %s connection time.' % (str (e))
        channel.close ()
        ssh.close ()
        sys.exit ()
    buff += resp
    if not buff.find ('yes/no') ==-1:
        channel.send ('yes\n')
        buff=''
channel.send (password+'\n')
buff=''
while not buff.endswith ('# '):
    resp = channel.recv (9999)
    if not resp.find (passinfo) ==-1:
```

```
        print 'Error info: Authentication failed.'
        channel.close ()
        ssh.close ()
        sys.exit ()
    buff += resp
print buff
channel.close ()
ssh.close ()
```

运行结果如下，如目标主机/data/nginx_access_hd.tar.gz存在，则说明文件已成功上传。

```
# python /home/test/paramiko/simple4.py
nginx_access.tar.gz          100% 1590KB   1.6MB/s   00:
00
```

当然，整合以上两个示例，再引入主机清单及功能配置文件，可以实现更加灵活、强大的功能，大家可以自己动手，在实践中学习，打造适合自身业务环境的自动化运营平台。



参考提示 6.2节和6.3节常用类说明与应用案例参考

<http://docs.paramiko.org/en/1.13/>官网文档。

第7章 系统批量运维管理器Fabric详解

Fabric是基于Python（2.5及以上版本）实现的SSH命令行工具，简化了SSH的应用程序部署及系统管理任务，它提供了系统基础的操作组件，可以实现本地或远程shell命令，包括命令执行、文件上传、下载及完整执行日志输出等功能。Fabric在paramiko的基础上做了更高层的封装，操作起来会更加简单。Fabric官网地址为：<http://www.fabfile.org>，目前最高版本为1.8。

7.1 Fabric的安装

Fabric支持pip、easy_install或源码安装方式，很方便解决包依赖的问题，具体安装命令如下（根据用户环境，自行选择pip或easy_install）：

```
pip install fabric
easy_install fabric
```

Fabric依赖第三方的setuptools、Crypto、paramiko包的支持，源码安装步骤如下：

```
# yum -y install python-setuptools
#      wget      https://pypi.python.org/packages/source/F/Fabric/Fabric-1.8.2.tar.gz --no-check-certificate
# tar -zxvf Fabric-1.8.2.tar.gz
# cd Fabric-1.8.2
# python setup.py install
```

校验安装结果，如果导入模块没有提示异常，则说明安装成功：

```
# python
Python 2.6.6 (r266: 84292, Jul 10 2013, 22: 48: 45)
[GCC 4.4.7 20120313 (Red Hat 4.4.7-3)] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import fabric
>>>
```

官网提供了一个简单的入门示例：

【/home/test/fabric/fabfile.py】

```
#!/usr/bin/env python
from fabric.api import run
def host_type():          #定义一个任务函数，通过run方法实现远程执行'uname -s'命令
    run('uname -s')
```

运行结果如图7-1所示。

```
[root@SN2013-08-020 fabric]# fab -H 192.168.1.21,192.168.1.22 host_type
[192.168.1.21] Executing task 'host_type'
[192.168.1.21] run: uname -s
[192.168.1.21] out: Linux
[192.168.1.21] out:

[192.168.1.22] Executing task 'host_type'
[192.168.1.22] run: uname -s
[192.168.1.22] out: Linux
[192.168.1.22] out:

Done.
Disconnecting from 192.168.1.22... done.
Disconnecting from 192.168.1.21... done.
```

图7-1 程序执行结果

其中，fab命令引用默认文件名为fabfile.py，如果使用非默认文件名称，则需通过“-f”来指定，如：fab-H SN2013-08-021, SN2013-08-022-f host_type.py host_type。如果管理机与目标主机未配置密钥认证信任，将会提示输入目标主机对应账号登录密码。

7.2 fab的常用参数

fab作为Fabric程序的命令行入口，提供了丰富的参数调用，命令格式如下：

```
fab [options] <command>[: arg1, arg2=val2, host=foo, hosts='h1; h2', ...]  
...
```

下面列举了常用的几个参数，更多参数可使用fab-help查看。

- l, 显示定义好的任务函数名；
- f, 指定fab入口文件，默认入口文件名为fabfile.py；
- g, 指定网关（中转）设备，比如堡垒机环境，填写堡垒机IP即可；
- H, 指定目标主机，多台主机用“，”号分隔；
- P, 以异步并行方式运行多主机任务，默认为串行运行；
- R, 指定role（角色），以角色名区分不同业务组设备；
- t, 设置设备连接超时时间（秒）；
- T, 设置远程主机命令执行超时时间（秒）；
- w, 当命令执行失败，发出告警，而非默认中止任务。

有时候我们甚至不需要写一行Python代码也可以完成远程操作，直接使用命令行的形式，例如：

```
# fab -p Ksdh3458d（密码） -H 192.168.1.21, 192.168.1.22 -- 'uname -s'
```

命令运行结果见图7-1。

7.3 fabfile的编写

fab命令是结合我们编写的fabfile.py（其他文件名须添加-f filename引用）来搭配使用的，部分命令行参数可以通过相应的方法来代替，使之更加灵活，例如“-H 192.168.1.21, 192.168.1.22”，我们可以通过定义env.hosts来实现，如“env.hosts=['192.168.1.21', '192.168.1.22']”。fabfile的主体由多个自定义的任务函数组成，不同任务函数实现不同的操作逻辑，下面详细介绍。

7.3.1 全局属性设定

env对象的作用是定义fabfile的全局设定，支持多个属性，包括目标主机、用户、密码、角色等，各属性说明如下：

- env.host，定义目标主机，可以用IP或主机名表示，以Python的列表形式定义，如env.hosts=['192.168.1.21', '192.168.1.22']。

- env.exclude_hosts，排除指定主机，如env.exclude_hosts=['192.168.1.22']。

- env.user，定义用户名，如env.user="root"。

- env.port，定义目标主机端口，默认为22，如env.port="22"。

- env.password，定义密码，如env.password='KSJ3548t7d'。

- env.passwords，与password功能一样，区别在于不同主机不同密码的应用场景，需要注意的是，配置passwords时需配置用户、主机、端口等信息，如：

```
env.passwords = {  
    'root@192.168.1.21: 22': 'SJk348ygd',  
    'root@192.168.1.22: 22': 'KSh458j4f',  
    'root@192.168.1.23: 22': 'KSdu43598'  
}
```

- env.gateway，定义网关（中转、堡垒机）IP，如env.gateway='192.168.1.23'。

·`env.deploy_release_dir`，自定义全局变量，格式：`env.+“变量名称”`，如`env.deploy_release_dir`、`env.age`、`env.sex`等。

·`env.roledefs`，定义角色分组，比如web组与db组主机区分开来，定义如下：

```
env.roledefs = {
    'webservers': ['192.168.1.21', '192.168.1.22', '192.168.1.23',
'192.168.1.24'],
    'dbservers': ['192.168.1.25', '192.168.1.26']
}
```

引用时使用Python修饰符的形式进行，角色修饰符下面的任务函数为其作用域，下面来看一个示例：

```
@roles ('webservers')
def webtask():
    run('/etc/init.d/nginx start')
@roles ('dbservers')
def dbtask():
    run('/etc/init.d/mysql start')
@roles ('webservers', 'dbservers')
def pubclitask():
    run('uptime')
def deploy():
    execute(webtask)
    execute(dbtask)
    execute(pubclitask)
```

在命令行执行`#fab deploy`就可以实现不同角色执行不同的任务函数了。

7.3.2 常用API

Fabric提供了一组简单但功能强大的`fabric.api`命令集，简单地调用这些API就能完成大部分应用场景需求。Fabric支持常用的方法及说明如下：

·`local`，执行本地命令，如：`local('uname-s')`；

·`lcd`，切换本地目录，如：`lcd('/home')`；

·`cd`，切换远程目录，如：`cd('/data/logs')`；

·run，执行远程命令，如：run('free-m')；

·sudo，sudo方式执行远程命令，如：sudo('/etc/init.d/httpd start')；

·put，上传本地文件到远程主机，如：
put('/home/user.info', '/data/user.info')；

·get，从远程主机下载文件到本地，如：
get('/data/user.info', '/home/root.info')；

·prompt，获得用户输入信息，如：prompt('please input user password: ')；

·confirm，获得提示信息确认，如：confirm("Tests failed.Continue[Y/N]? ")；

·reboot，重启远程主机，如：reboot()；

·@task，函数修饰符，标识的函数为fab可调用的，非标记对fab不可见，纯业务逻辑；

·@runs_once，函数修饰符，标识的函数只会执行一次，不受多台主机影响。

下面结合一些示例来帮助大家理解以上常用的API。

7.3.3 示例1：查看本地与远程主机信息

本示例调用local()方法执行本地（主控端）命令，添加“@runs_once”修饰符保证该任务函数只执行一次。调用run()方法执行远程命令。详细源码如下：

【/home/test/fabric/simple1.py】

```
#!/usr/bin/env python
from fabric.api import *
env.user='root'
env.hosts=['192.168.1.21', '192.168.1.22']
env.password='LKs934jh3'
@runs_once      #查看本地系统信息，当有多台主机时只运行一次
def local_task():      #本地任务函数
```



```
local ("uname -a")
def remote_task():
    with cd("/data/logs"):          #“with”的作用是让后面的表达式的语句继承当前状态，实
现
        run("ls -l")              # “cd /data/logs && ls -l”的效果
```

通过fab命令分别调用local_task任务函数运行结果如图7-2所示。



图7-2 调用local_task任务函数运行结果

结果中显示了“[192.168.1.21]Executing task'local_task'”，但事实上并非在主机192.168.1.21上执行任务，而是返回Fabric主机本地“uname-a”的执行结果。

调用remote_task任务函数的执行结果如图7-3所示。

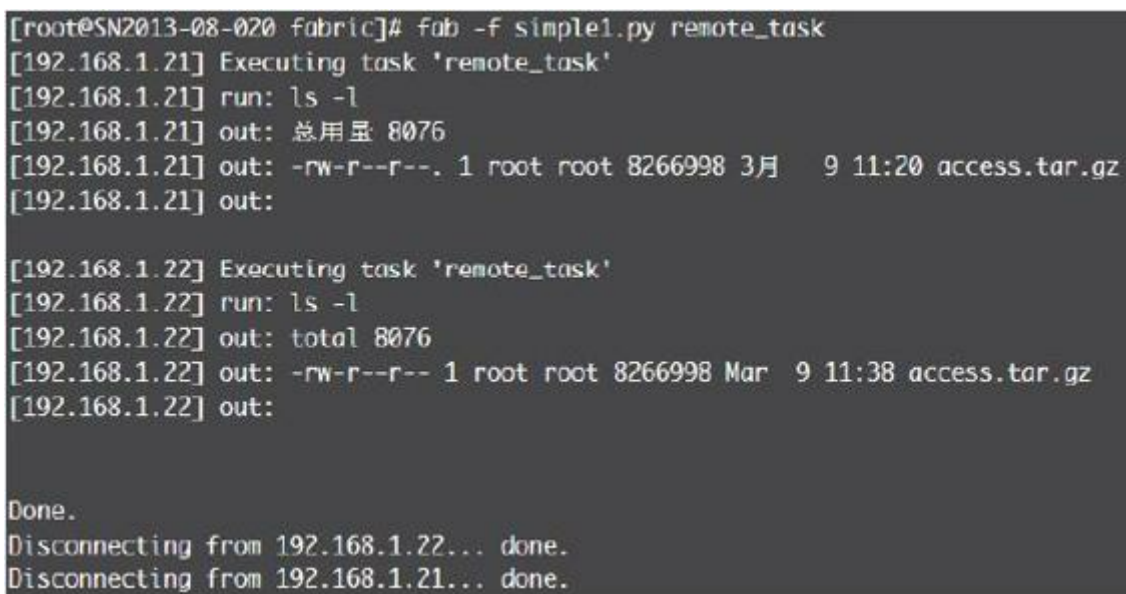


图7-3 调用remote_task任务函数运行结果

7.3.4 示例2：动态获取远程目录列表

本示例使用“@task”修饰符标志入口函数go（）对外部可见，配合“@runs_once”修饰符接收用户输入，最后调用worktask（）任务函数实现远程命令执行，详细源码如下：

【/home/test/fabric/simple2.py】

```

from fabric.api import *
env.user='root'
env.hosts=['192.168.1.21', '192.168.1.22']
env.password='LKs934jh3'
@runs_once      #主机遍历过程中，只有第一台触发此函数
def input_raw():
    return prompt("please input directory name: ", default="/home")
def worktask(dirname):
    run("ls -l "+dirname)
@task          #限定只有go函数对fab命令可见
def go():
    getdirname = input_raw()
    worktask(getdirname)

```

该示例实现了一个动态输入远程目录名称，再获取目录列表的功能，由于我们只要求输入一次，再显示所有主机上该目录的列表信息，调用了一个子函数()同时配置@runs_once修饰符来达到此目的。

执行结果如图7-4所示。

```

[root@SN2013-08-020 fabric]# fab -f simple2.py go
[192.168.1.21] Executing task 'go'
please input directory name: [/home] /root
[192.168.1.21] run: ls -l /root
[192.168.1.21] out: 总用量 28
[192.168.1.21] out: drwxr-xr-x. 2 root root 4096 2月 15 21:23 ]
[192.168.1.21] out: -rw-----. 1 root root 964 8月 23 2013 anaconda-ks.cfg
[192.168.1.21] out: -rw-r--r--. 1 root root 13720 8月 23 2013 install.log
[192.168.1.21] out: -rw-r--r--. 1 root root 3857 8月 23 2013 install.log.syslog
[192.168.1.21] out:

[192.168.1.22] Executing task 'go'
[192.168.1.22] run: ls -l /root
[192.168.1.22] out: total 24
[192.168.1.22] out: -rw-----. 1 root root 964 Aug 23 2013 anaconda-ks.cfg
[192.168.1.22] out: -rw-r--r--. 1 root root 13720 Aug 23 2013 install.log
[192.168.1.22] out: -rw-r--r--. 1 root root 3857 Aug 23 2013 install.log.syslog
[192.168.1.22] out: -rw-----. 1 root root 0 Aug 23 2013 yum.log
[192.168.1.22] out:

Done.
Disconnecting from 192.168.1.22... done.
Disconnecting from 192.168.1.21... done.

```

图7-4 程序运行结果

7.3.5 示例3：网关模式文件上传与执行

本示例通过Fabric的env对象定义网关模式，即俗称的中转、堡垒机环境。定义格式为“env.gateway='192.168.1.23'”，其中IP“192.168.1.23”为堡垒机IP，再结合任务函数实现目标主机文件上传与

执行的操作，详细源码如下：

【/home/test/fabric/simple3.py】

```
#!/usr/bin/env python
from fabric.api import *
from fabric.context_managers import *
from fabric.contrib.console import confirm
env.user='root'
env.gateway='192.168.1.23'      #定义堡垒机IP，作为文件上传、执行的中转设备
env.hosts=['192.168.1.21', '192.168.1.22']
#假如所有主机密码都不一样，可以通过env.passwords字典变量一一指定
env.passwords = {
    'root@192.168.1.21: 22': 'LKs934jh3',
    'root@192.168.1.22: 22': 'LKs934jh3',
    'root@192.168.1.23: 22': 'UI7384hg6'      #堡垒机账号信息
}
lpackpath="/home/install/lnmp0.9.tar.gz"      #本地安装包路径
rpackpath="/tmp/install"      #远程安装包路径
@task
def put_task():
    run("mkdir -p /tmp/install")
    with settings(warn_only=True):
        result = put(lpackpath, rpackpath)      #上传安装包
        if result.failed and not confirm("put file failed,
Continue[Y/N]? "):
            abort("Aborting file put task!")
@task
def run_task():      #执行远程命令，安装lnmp环境
    with cd("/tmp/install"):
        run("tar -zxvf lnmp0.9.tar.gz")
        with cd("lnmp0.9/"):      #使用with继续继承/tmp/install目录位置状态
            run("./centos.sh")
@task
def go():      #上传、安装组合
    put_task()
    run_task()
```

示例通过简单的配置env.gateway='192.168.1.23'就可以轻松实现堡垒机环境的文件上传及执行，相比paramiko的实现方法简洁了很多，编写的任务函数完全不用考虑堡垒机环境，配置env.gateway即可。

7.4 Fabric应用示例

下面介绍三个比较典型的应用Fabric的示例，涉及文件上传与校验、环境部署、代码发布的功能，读者可以在此基础上进行功能扩展，写出更加贴近业务场景的工具平台。

7.4.1 示例1：文件打包、上传与校验

我们时常做一些文件包分发的工作，实施步骤一般是先压缩打包，再批量上传至目标服务器，最后做一致性校验。本案例通过put（）方法实现文件的上传，通过对比本地与远程主机文件的md5，最终实现文件一致性校验。详细源码如下：

【/home/test/fabric/simple4.py】

```
#!/usr/bin/env python
from fabric.api import *
from fabric.context_managers import *
from fabric.contrib.console import confirm
env.user='root'
env.hosts=['192.168.1.21', '192.168.1.22']
env.password='LKs934jh3'
@task
@runs_once
def tar_task():          #本地打包任务函数，只限执行一次
    with lcd("/data/logs"):
        local("tar -czf access.tar.gz access.log")
@task
def put_task():          #上传文件任务函数
    run("mkdir -p /data/logs")
    with cd("/data/logs"):
        with settings(warn_only=True):          #put（上传）出现异常时继续执行，非终止
            result = put("/data/logs/access.tar.gz",
"/data/logs/access.tar.gz")
            if result.failed and not confirm("put file failed,
Continue[Y/N]? "):
                abort("Aborting file put task! ")          #出现异常时，确认用户是否继续，（Y继续）
@task
def check_task():        #校验文件任务函数
    with settings(warn_only=True):
        #本地local命令需要配置capture=True才能捕获返回值
        lmd5=local("md5sum /data/logs/access.tar.gz",
capture=True).split(' ')[0]
        rmd5=run("md5sum /data/logs/access.tar.gz").split(' ')[0]
        if lmd5==rmd5:          #对比本地及远程文件md5信息
            print "OK"
```

```
else:
    print "ERROR"
```

本示例通过定义三个功能任务函数，分别实现文件的打包、上传、校验功能，且三个功能相互独立，可分开运行，如：

```
fab -f simple4.py tar_task      #文件打包
fab -f simple4.py put_task      #文件上传
fab -f simple4.py check_task    #文件校验
```

当然，我们也可以组合在一起运行，再添加一个任务函数go，代码如下：

```
@task
def go():
    tar_task()
    put_task()
    check_task()
```

运行fab-f simple4.py go就可以实现文件打包、上传、校验全程自动化。

7.4.2 示例2：部署LNMP业务服务环境

业务上线之前最关键的一项任务便是环境部署，往往一个业务涉及多种应用环境，比如Web、DB、PROXY、CACHE等，本示例通过env.roledefs定义不同主机角色，再使用“@roles('webserver')”修饰符绑定到对应的任务函数，实现不同角色主机的部署差异，详细源码如下：

【/home/test/fabric/simple5.py】

```
#!/usr/bin/env python
from fabric.colors import *
from fabric.api import *
env.user='root'
env.roledefs = {      #定义业务角色分组
    'webserver':  ['192.168.1.21', '192.168.1.22'],
    'dbserver':  ['192.168.1.23']
}
env.passwords = {
    'root@192.168.1.21: 22': 'SJk348ygd',
    'root@192.168.1.22: 22': 'KSh458j4f',
```

```

'root@192.168.1.23: 22': 'KSdu43598'
}
@roles ('webservers')      #webtask任务函数引用'webservers'角色修饰符
def webtask():              #部署nginx php php-fpm等环境
    print yellow("Install nginx php php-fpm...")
    with settings(warn_only=True):
        run("yum -y install nginx")
        run("yum -y install php-fpm php-mysql php-mbstring php-xml php-
mcrypt php-gd")
        run("chkconfig --levels 235 php-fpm on")
        run("chkconfig --levels 235 nginx on")
@roles ('dbservers')      # dbtask任务函数引用'dbservers'角色修饰符
def dbtask():              #部署mysql环境
    print yellow("Install Mysql...")
    with settings(warn_only=True):
        run("yum -y install mysql mysql-server")
        run("chkconfig --levels 235 mysqld on")
@roles ('webservers', 'dbservers') # publictask任务函数同时引用两个角色修饰符
def publictask():          #部署公共类环境, 如epel、ntp等
    print yellow("Install epel ntp...")
    with settings(warn_only=True):
                                                run("rpm                -Uvh
http: //dl.fedoraproject.org/pub/epel/6/x86_64/epel-
release-6-8.noarch.rpm")
        run("yum -y install ntp")
def deploy():
    execute(publictask)
    execute(webtask)
    execute(dbtask)

```

本示例通过角色来区别不同业务服务环境，分别部署不同的程序包。我们只需要一个Python脚本就可以完成不同业务环境的定制。

7.4.3 示例3：生产环境代码包发布管理

程序生产环境的发布是业务上线最后一个环节，要求具备源码打包、发布、切换、回滚、版本管理等功能，本示例实现了这一整套流程功能，其中版本切换与回滚使用了Linux下的软链接实现。详细源码如下：

【/home/test/fabric/simple6.py】

```

#!/usr/bin/env python
from fabric.api import *
from fabric.colors import *
from fabric.context_managers import *
from fabric.contrib.console import confirm
import time
env.user='root'
env.hosts=['192.168.1.21', '192.168.1.22']

```

```

env.password='LKs934jh3'
env.project_dev_source = '/data/dev/Lwebadmin/'      #开发机项目主目录
env.project_tar_source = '/data/dev/releases/'      #开发机项目压缩包存储目录
env.project_pack_name = 'release'      #项目压缩包名前缀，文件名为release.tar.gz
env.deploy_project_root = '/data/www/Lwebadmin/'      #项目生产环境主目录
env.deploy_release_dir = 'releases'      #项目发布目录，位于主目录下面
env.deploy_current_dir = 'current'      #对外服务的当前版本软链接
env.deploy_version=time.strftime ("%Y%m%d")+"v2"      #版本号
@runs_once
def input_versionid():      #获得用户输入的版本号，以便做版本回滚操作
    return prompt("please input project rollback version ID: ",
default="")
@task
@runs_once
def tar_source():      #打包本地项目主目录，并将压缩包存储到本地压缩包目录
    print yellow("Creating source package...")
    with lcd(env.project_dev_source):
        local("tar -czf %s.tar.gz ." % (env.project_tar_source +
env.project_pack_name))
    print green("Creating source package success! ")
@task
def put_package():      #上传任务函数
    print yellow("Start put package...")
    with settings(warn_only=True):
        with cd(env.deploy_project_root+env.deploy_release_dir):
            run("mkdir %s" % (env.deploy_version))      #创建版本目录
            env.deploy_full_path=env.deploy_project_root + env.deploy_release_dir
+
"/"+env.deploy_version
            with settings(warn_only=True):      #上传项目压缩包至此目录
                result = put(env.project_tar_source + env.project_pack_name
+ ".tar.gz",
env.deploy_full_path)
            if result.failed and no("put file failed, Continue[Y/N]? "):
                abort("Aborting file put task! ")
            with cd(env.deploy_full_path):      #成功解压后删除压缩包
                run("tar -zxvf %s.tar.gz" % (env.project_pack_name))
                run("rm -rf %s.tar.gz" % (env.project_pack_name))
            print green("Put & untar package success! ")
@task
def make_symlink():      #为当前版本目录做软链接
    print yellow("update current symlink")
    env.deploy_full_path=env.deploy_project_root + env.deploy_release_dir
+
"/"+env.deploy_version
    with settings(warn_only=True):      #删除软链接，重新创建并指定软链源目录，新
版本生效
        run("rm -rf %s" % (env.deploy_project_root +
env.deploy_current_dir))
        run("ln -s %s %s" % (env.deploy_full_path,
env.deploy_project_root +
env.deploy_current_dir))
    print green("make symlink success! ")
@task
def rollback():      #版本回滚任务函数
    print yellow("rollback project version")
    versionid= input_versionid()      #获得用户输入的回滚版本号
    if versionid=='':

```



```

        abort ("Project version ID error, abort! ")
        env.deploy_full_path=env.deploy_project_root + env.deploy_release_dir
+
+ "/" + versionid
        run ("rm -f %s" % env.deploy_project_root + env.deploy_current_dir)
        run ("ln -s %s %s" % (env.deploy_full_path, env.deploy_project_root +
env.
deploy_current_dir))      #删除软链接，重新创建并指定软链源目录，新版本生效
        print green ("rollback success! ")
@task
def go():      #自动化程序版本发布入口函数
    tar_source()
    put_package()
    make_symlink()

```

本示例实现了一个通用性很强的代码发布管理功能，支持快速部署与回滚，无论发布还是回滚，都可以通过切换current的软链来实现，非常灵活。该功能的流程图如图7-5所示。

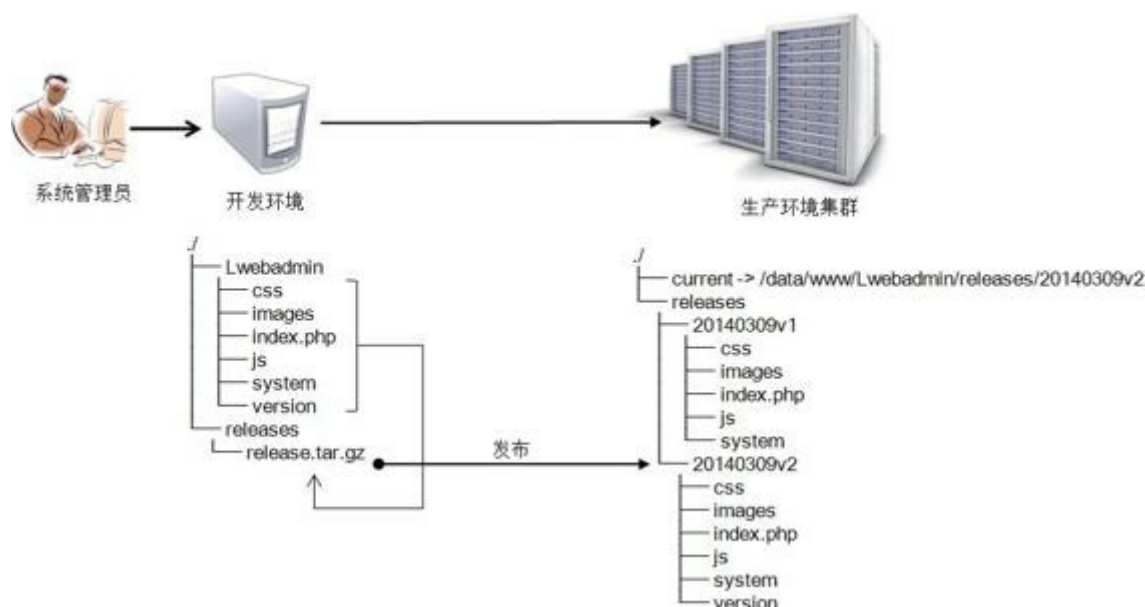


图7-5 生产环境代码包发布管理流程图

在生产环境中Nginx的配置如下：

```

server_name domain.com
index index.html index.htm index.php;
root /data/www/Lwebadmin/current;

```

将站点根目录指向“/data/www/Lwebadmin/current”，由于使用Linux软链接做切换，管理员的版本发布、回滚操作用户无感知，同时也规范了我们业务上线的流程。



参考提示 7.2节fab常用参数说明参考

<http://docs.fabfile.org/en/1.8/>官网文档。

第8章 从“零”开发一个轻量级WebServer

当今互联网行业中，Web服务几乎覆盖所有业务，包括搜索、电商、社交、视频、游戏等。作为该行业的从业人员，尤其是一名运维人员，深入了解HTTP协议的工作原理及机制尤为重要，可以帮助运维人员对Web服务优化、运营提供理论指导。比如前端元素结构是否合理，HTTP缓存配置是否与业务特性相符，HTTP压缩比应该如何选择等，通过这些优化点可以提高业务服务质量，用户体验也会得到不少提升。本章节介绍作者开发的一轻量级WebServer——Yorserver，从一个WebServer所具备的基本功能出发，详细介绍每个功能点的实现原理与方法。

8.1 Yorserver介绍

8.1.1 功能特点

Yorserver是基于Python实现的轻量级WebServer，具备一般WebServer的基本功能，支持Linux i386与x86系统。Yorserver安装、配置都非常简单，其最新版本为1.0.1，具备以下功能特点：

- 支持自定义response服务及协议版本；
- 支持Expires及max-age功能；
- 支持多进程或线程开启；
- 支持错误页及默认页配置；
- 支持access_log及error_log配置；
- 支持gzip压缩配置；
- 支持安全套连接服务HTTPS；
- 支持HTTP MIME自定义配置；
- 支持PHP、Perl、Python脚本cgi访问；
- 支持配置文件。

Yorserver程序目录结构及功能说明如图8-1所示，“可更改”表示支持配置文件定义，另外需要确保cgi-bin中的CGI文件具备可执行权限，具体操作命令：`chmod+x index.pl`。

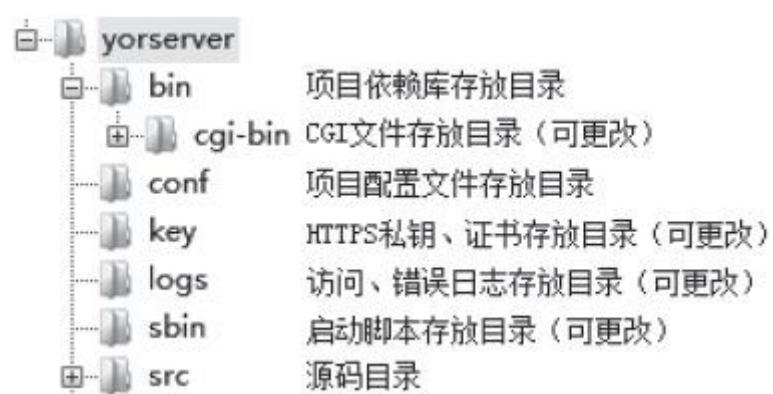


图8-1 Yorserver目录结构

运行：sbin/server.sh start，启动Yorserver服务。

8.1.2 配置文件

Yorserver采用ConfigObj读取配置文件，ConfigObj是一个简单且功能强大的用于读写配置文件的Python应用接口。提供一个简单的编程接口和一个简单的语法配置文件。Yorserver完整的配置文件内容如下：

【/usr/local/yorserver/conf/yorserver.conf】

```
# server_version: Add response HTTP header server version information.
server_version = "YorServer1.0"
# bind_ip: Allows you to bind yorserver to specific IP addresses.
bind_ip="0.0.0.0"
# port: Allows you to bind yorserver's port, http default 80 and Https
443.
port=80
# sys_version: Add response HTTP header python version information.
sys_version = ""
# protocol_version: Add response HTTP header protocol version.
protocol_version = "HTTP/1.0"
# Expires: Add response HTTP header Expires and Max-age version. format:
d/h/m) .
Expires="7d"
# Multiprocess: configure yorserver Multi process support (on/off) .
Multiprocess="off"
# Multithreading: configure yorserver Multi threading support (on/off) .
Multithreading="on"
# DocumentRoot: configure web server document root.
DocumentRoot="/usr/local/yorserver/www"
# page404: configure web server default 404 page.
page404="/404.html"
# Indexes: directory list (on/off) .
Indexes="off"
# indexpage: configure web server default index page.
indexpage="/index.html"
# Logfile: configure web server log file path, disable logs Logfile="".
Logfile="/usr/local/yorserver/logs/access.log"
# errorfile: configure web server error file path.
errorfile="/usr/local/yorserver/logs/error.log"
[gzip]
# gzip: Enable (on) or Disable (off) gzip options.
gzip="on"
# configure compress level (1~9)
compresslevel=1
[ssl]
# ssl: Enable (on) or Disable (off) HTTPS options, port options must
configure "443".
ssl="off"
# configure privatekey and certificate pem.
privatekey="/usr/local/yorserver/key/server.key"
```

```
certificate="/usr/local/yorserver/key/server.crt"
[cgim]
# cgi_moudle:  Enable (on)  or Disable (off)  cgi support.
cgi_moudle="on"
# cgi_path:   configure cgi path, multiple cgi path use ', ' delimited,
cgi_path in bin directory.
cgi_path='/cgi-bin',
# cgi_extensions:  configure cgi file extension.
cgi_extensions=" ('.cgi', '.py', '.pl', '.php') "
# contentType:  configure file mime support.
[contentType]
css="text/css"
doc="application/msword"
gif="image/gif"
gz="application/x-gzip"
... ..
```

了解Nginx或Apahce配置的人对Yorserver的配置并不会陌生，读者可以尝试通过修改不同参数值，来观察Web服务器与客户端表现出的差异，客户端可以使用HttpWatch工具来跟踪。下面介绍Yorserver各个功能点具体的实现原理及方法。

8.2 功能实现方法

Python默认自带的模块已经可以实现简单的HTTP服务器，如BaseHTTPServer模块提供基本的Web服务和处理器类；SimpleHTTPServer模块包含GET与HEAD请求与处理支持；CGIHTTPServer模块包含处理POST请求的支持。Yorserver是基于BaseHTTPServer模块Web服务类HTTPServer扩展而来，同时也使用CGIHTTPServer模块提供CGI程序的接收与执行。下面详细介绍各个功能点。

8.2.1 HTTP缓存功能

（1）Expires机制

在HTTP/1.1协议中，Expires字段声明了一个网页或URL地址不再被浏览器缓存的时间，一旦超过了这个时间，浏览器会重新向原始服务器发起新请求，在Yorserver中Expires字段的配置如下，指定“Expires="7d"”，表示文件在客户端缓存7天。

```
# Expires: Add response HTTP header Expires and Max-age version. format:
d/h/m (day/hour/minute) .
Expires="7d"
```

访问Yorserver服务下的站点URL“http://192.168.1.20/index2.html”，通过HttpWatch进行跟踪，跟踪结果见图8-2，可见Expires字段显示“Tue, 22 Jul 2014 23: 18: 49 GMT”，请求原始服务器时间Date字段为“Tue, 15 Jul 2014 15: 18: 49 GMT”，由于Date描述的时间为世界标准时间，换算成本地时间需“+8”，即“Tue, 15 Jul 2014 23: 18: 49”，加上配置的7天（7d）过期值，结果等于Expires字段值。

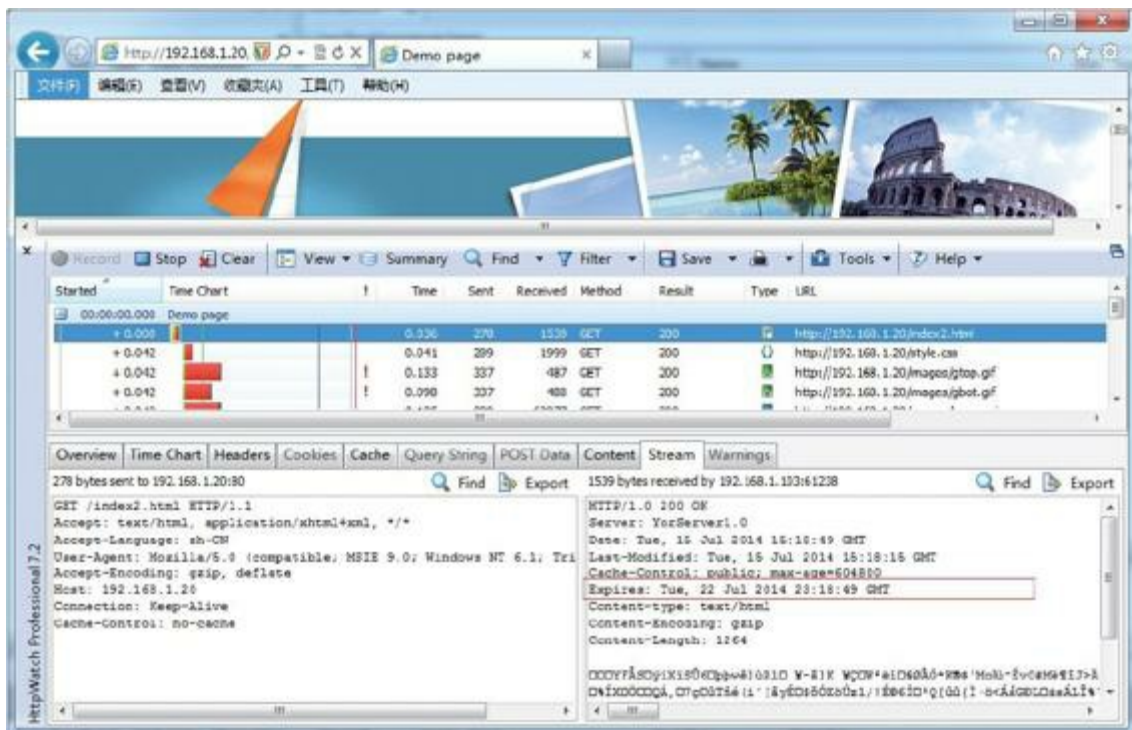


图8-2 返回的Expires字段信息

关于Yorserver实现文件过期Expires的方法，实现原理为返回“当前时间”+“配置过期时间”，“过期时间”是通过datetime.timedelta（）方法转换不同单位时间后，再与“当前时间”累加，“过期时间”支持通过days（日）、hours（小时）、minutes（分钟）等单位来表示，以下为Yorserver文件过期Expires的实现方法：

#文件过期Expires实现方法

```
def get_http_expiry(_Expirestype, _num):
    if _Expirestype=="d":          #当前时间+过期时间（日、小时、分钟）
        expire_date = datetime.datetime.now() +
datetime.timedelta(days=_num)
    elif _Expirestype=="h":
        expire_date = datetime.datetime.now() +
datetime.timedelta(hours=_num)
    else:
        expire_date = datetime.datetime.now() +
datetime.timedelta(minutes=_num)
    return expire_date.strftime('%a, %d %b %Y %H: %M: %S GMT')    #格式化
时间为
                                # Expires格式
```

(2) max-age机制

客户端另一缓存机制则是利用HTTP消息头中的“cache-control”来控制，其中max-age字段实现在原始服务器返回的max-age配置的秒数内，浏览器将不会发送相关请求到服务器，而是由缓存直接提供，超过这一时间段后才向原始服务器发起请求，由服务器决定返回新数据还是仍由缓存提供。与Expires不同，max-age是通过指定相对时间秒数来实现缓

存过期，当与Expires同时存在时，max-age会覆盖Expires。下面详细介绍max-age的实现原理，由于max-age与Expires的时间结果是等价的，只是表现形式不同，因此只要得到其中一个值都可以计算出另一个值。Yorserver是通过已知Expires值计算出max-age，实现源码如下：

```
#定义过期时间类型，统一成“秒”单位
ExpiresTypes = {
    "d"      : 86400,
    "h"      : 3600,
    "m"      : 60,
}
#返回max-age方法，通过不同时间单位秒*数量得到
def secs_from_days (_seconds, _num):
    return _seconds * _num
#定义“cache_control”返回内容
Expirestype="d"
Expirenum=7
CACHE_MAX_AGE=pubutil.secs_from_days (ExpiresTypes[Expirestype],
int (Expirenum))
cache_control = 'public; max-age=%d' % (CACHE_MAX_AGE, )
```

以过期时间“7d”为例，计算公式为“86400*7=604800”，返回完整“Cache-Control”内容为“Cache-Control: public; max-age=604800”，效果如图8-3所示。

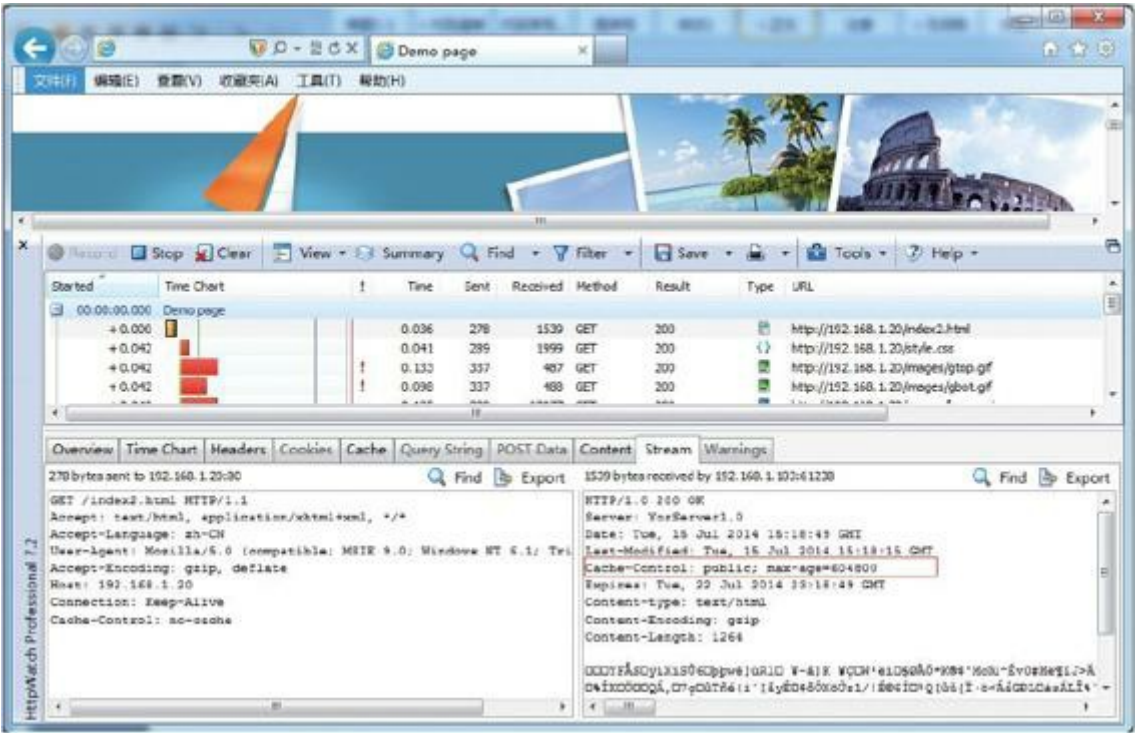


图8-3 返回max-age字段信息

(3) Last-Modified机制

最后一种浏览缓存机制为Last-Modified，其原理是客户端通过If-

Modified-Since请求头将先前接收到服务器端文件的Last-Modified时间戳信息进行发送，目的是让服务器端进行比对验证，通过这个时间戳判断客户端的文件是否是最新，如不是最新的，则返回新的内容（HTTP 200），如果是最新的，则返回HTTP 304告诉客户端其本地缓存的文件是最新的，无需重启下载。于是客户端就可以直接从本地加载文件了。具体流程图如图8-4所示。

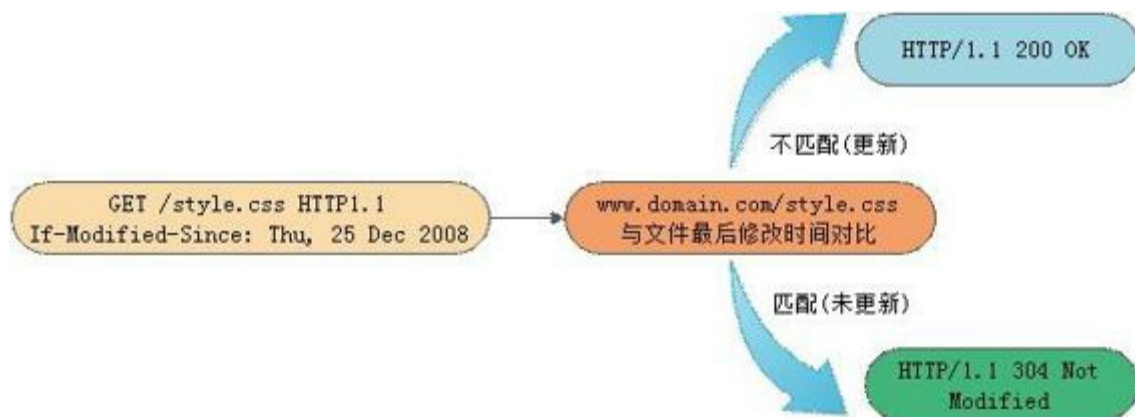


图8-4 Last-Modified机制流程图

Yorserver实现Last-Modified缓存机制的原理，首先获取请求头是否包含Pragma、Cache-Control字段，检查其值是否为no-cache，表示客户端要求不缓存，通常是用户主动强制刷新页面，如“Ctrl+F5”组合键，将返回HTTP 200状态，否则，将请求头部If-Modified-Since字段与服务器端文件mtime（最后更新时间）进行比较，相匹配则说明文件没有更新，将返回“HTTP/1.0 304 Not Modified”，不匹配则返回“HTTP 200”，实现源码如下：

```
client_cache_cc = self.headers.getheader('Cache-Control') #获取请求头Cache-Control值
client_cache_p = self.headers.getheader('Pragma') #获取请求头Pragma值
#获取请求头If-Modified-Since值，以便与服务器端文件mtime进行比较
Modified_Since= self.headers.getheader('If-Modified-Since')
#过滤用户强制刷新的场景，将返回HTTP 200状态，否则获取If-Modified-Since值
if client_cache_cc=='no-cache' or client_cache_p=='no-cache' or \
    (client_cache_cc==None and client_cache_p==None and
    Modified_Since==None):
    client_modified=None
else:
    try: #兼容不同浏览器请求异常
        client_modified = Modified_Since.split(';')[0]
    except:
        client_modified=None
#将文件mtime时间格式转为Last-Modified格式，如“Mon, 29 Dec 2008 16: 51: 22 GMT”
file_last_modified=self.date_time_string(fs.st_mtime)
if client_modified==file_last_modified: #比较If-Modified-Since与文件mtime值
    self.send_response(304) #匹配则返回304状态
    self.end_headers()
```



```
else:
    self.send_response(200) #不匹配则返回200状态
    #将文件mtime作为Last-Modified返回
    self.send_header('Last-Modified', file_last_modified)
    self.send_header('Cache-Control', cache_control)
    self.send_header('Expires', expiration)
    self.send_header('Content-type', content_type)
```

客户端请求及响应效果如图8-5所示，当文件没有发生更新时返回“HTTP/1.0 304 Not Modified”状态，当手工修改文件，使文件mtime发生改变时，将返回“HTTP 200”状态。

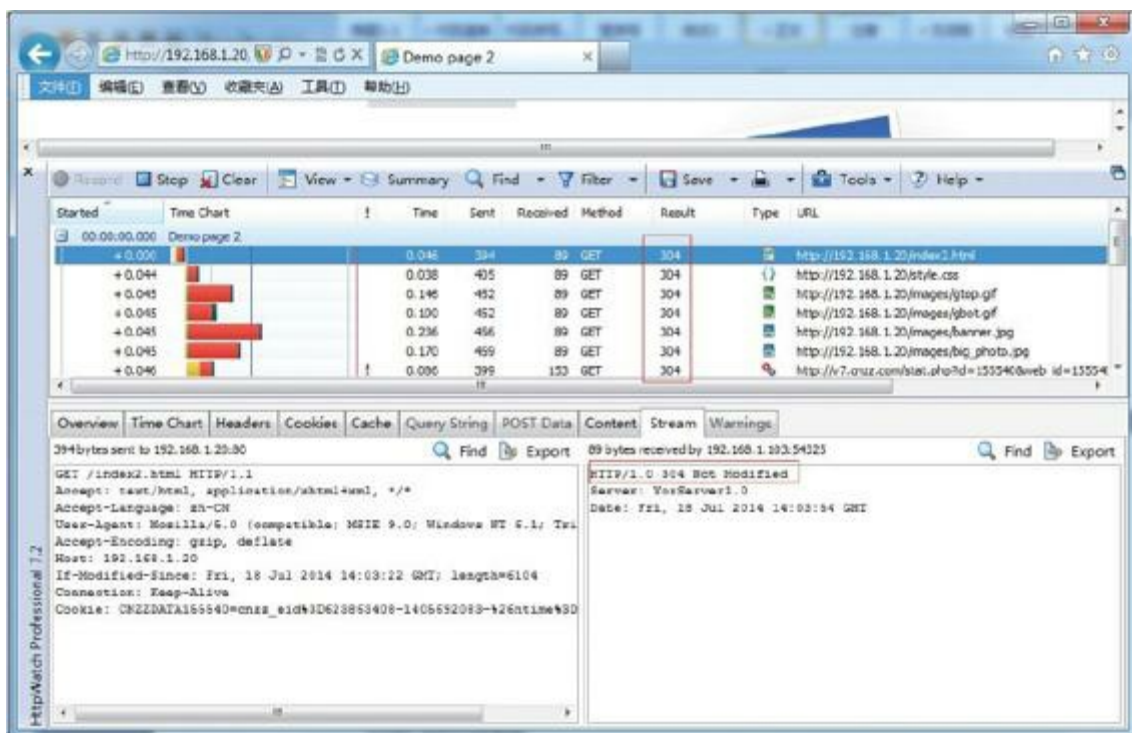


图8-5 返回304状态信息

8.2.2 HTTP压缩功能

启用HTTP内容压缩，可为我们节省不少带宽成本，并且也可以加快网页访问速度，提升用户体验。目前主流的浏览器都支持客户端解压功能，Yorserver服务器端采用gzip压缩机制，其原理是在文件传输之前，先使用gzip压缩后再传输给客户端，客户端接收之后再由浏览器解压显示，这样虽然稍微占用了一些服务器和客户端的CPU资源，但是换来的是更高的带宽利用率。对于纯文本（html、css、js等）来讲，效果非常显著。Yorserver压缩配置选项如下，其中compresslevel为压缩比，其值为1~9，“1”压缩比最小处理速度最快，“9”压缩比最大但处理速度最慢，损耗CPU资源。

```
# gzip: Enable (on) or Disable (off) gzip options.
gzip="on"
# configure compress level (1~9)
compresslevel=9
```

关于实现HTTP内容压缩的方法，需要加载gzip、cStringIO两个模块，gzip实现内容的压缩功能，cStringIO的作用是操作内存文件，读取磁盘文件内容写入内存文件，再做压缩处理，最后输出压缩后的内容返回给客户端，详细源码如下：

```
#HTTP内容压缩方法，参数buf为文件内容，_compresslevel为压缩比
def compressBuf (buf, _compresslevel):
    import gzip, cStringIO
    zbuf = cStringIO.StringIO ()      #创建一个内存流文件对象
    #创建一个gzip文件对象
    zfile = gzip.GzipFile (mode = 'wb', fileobj = zbuf, compresslevel =
_compresslevel)
    zfile.write (buf)      #写入文件压缩内容
    zfile.close ()
    return zbuf.getvalue ()    #返回压缩内容
f = open (DocumentRoot + sep + self.path)
if gzip=="on":      #开启gzip选项则调用压缩方法compressBuf ()，否则直接读取文件内容
    compressed_content =compressBuf (f.read (), compresslevel)
else:
    compressed_content = f.read ()
```

HTTP内容压缩效果如图8-6所示，index2.html文件原始大小为6104字节，gzip压缩后为1158个字节，压缩了81%的内容，效果很理想。

8.2.3 HTTP SSL功能

HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol over Secure Socket Layer) 是以安全为目标的HTTP通道，可以理解成HTTP的安全版，即HTTP协议下加入SSL层，HTTPS的安全基础是SSL，因此加密的详细内容就需要SSL (Secure Sockets Layer, 安全套接层)。目前HTTPS广泛用于互联网上安全敏感的通信，例如电商在线交易支付方面。

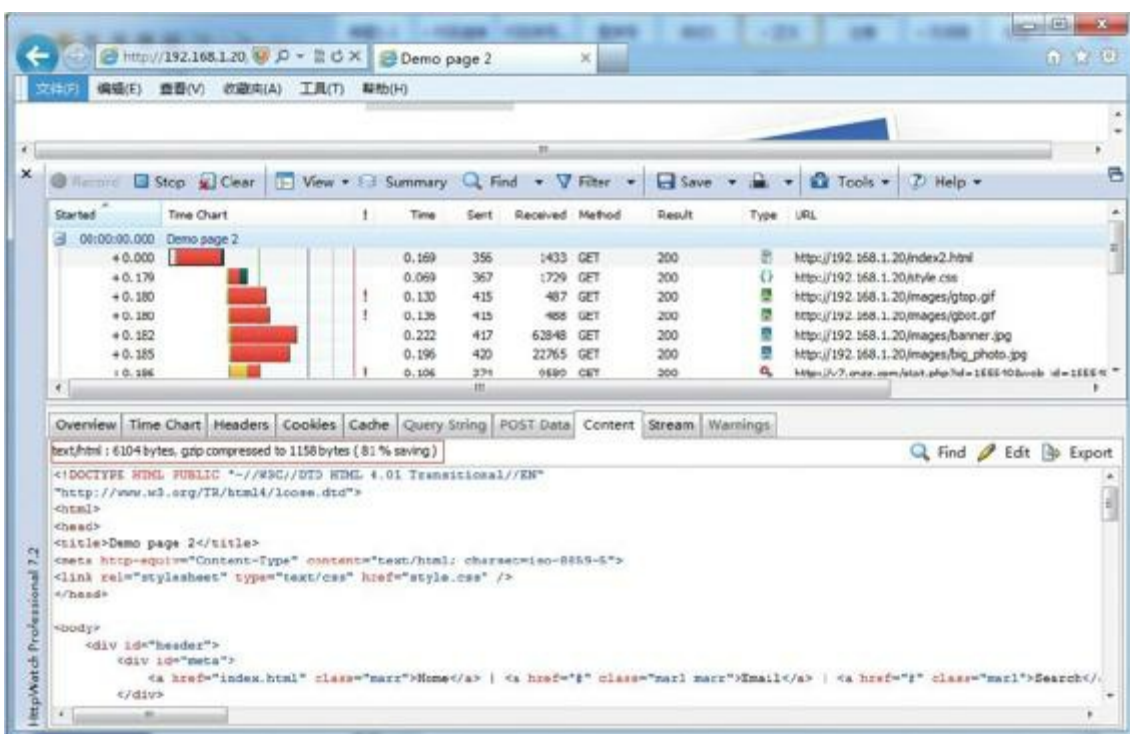


图8-6 HTTP压缩效果图

关于Yorserver配置SSL的选项，需要修改监听端口为443，在启用SSL同时需要指定私钥privatekey及证书certificate两个选项，具体配置如下：

```

# port: Allows you to bind yorserver's port, http default 80 and Https
443.
port=443
[ssl]
# ssl: Enable (on) or Disable (off) HTTPS options, port options must
configure "443".
ssl="on"
# configure privatekey and certificate pem.
privatekey="/usr/local/yorserver/key/app.key"
certificate="/usr/local/yorserver/key/server.crt"

```

具体的功能实现使用了OpenSSL、SocketServer两个模块，其中OpenSSL负责SSL的功能，SocketServer负责基础通信。详细源码如下：

```

class SecureHTTPServer (HTTPServer):
    def __init__(self, server_address, HandlerClass):
        BaseServer.__init__(self, server_address, HandlerClass)
        ctx = SSL.Context (SSL.SSLv23_METHOD) # 定义一个SSL连接
        ctx.use_privatekey_file (privatekey) # 指定私钥文件
        ctx.use_certificate_file (certificate) # 指定证书文件
        self.socket = SSL.Connection (ctx,
socket.socket (self.address_family, \
self.socket_type)) # 创建一个连接对象，参数使用给定的OpenSSL.SSL.Context实例和
Socket
        self.server_bind () # 服务绑定并激活
        self.server_activate ()

```

生成密钥与证书可以参考以下步骤：

```
# 生成RSA密钥server.key
# openssl genrsa -des3 -out server.key 1024
# 复制一个密钥文件app.key（无需输入密码）
# openssl rsa -in server.key -out app.key
# 生成一个证书请求server.csr
# openssl req -new -key server.key -out server.csr
# 签发证书server.crt
# openssl x509 -req -days 365 -in server.csr -signkey server.key -out server.crt
```

下一步将生成的密钥文件app.key、证书文件server.crt复制到yorserver.conf配置指定路径即可，如/usr/local/yorserver/key/app.key与/usr/local/yorserver/key/server.crt，最后重启Yorserver服务，效果如图8-7所示。



图8-7 SSL证书信息

8.2.4 目录列表功能

Web目录列表很直观地展示了站点目录的结构，普遍应用在文档及下载服务中，当然，对安全级别要求较高的站点，建议还是关闭此功能。Yorserver支持目录列表功能，在配置中开启/关闭的方法如下：

```
# Indexes: directory list (on/off) .
Indexes="on"
```


实现的方法是通过`os.listdir()`方法获取站点目录（系统绝对路径）列表，通过前端“”、“<a>”HTML标签格式化输出，具体实现源码如下：

```
def list_directory(self, path):
    try:
        list = os.listdir(path)      #获取当前目录系统绝对路径列表
    except os.error:
        self.send_error(404, "No permission to list directory");
        return None
    list.sort(lambda a, b: cmp(a.lower(), b.lower()))      #不区分大小写对目录列表做排序
    f = StringIO()      #创建内存文件对象
    f.write("<h2>Directory listing for %s</h2>\n" % self.path)
#self.path为当前URL路径
    f.write("<hr>\n<ul>\n")
    #输出上一级目录URL链接
        f.write('<li><a href="%s">Parent Directory</a>\n' %
(pubutil.parent_dir(self.path)))
    for name in list:      #遍历输出目录文件列表
        fullname = os.path.join(path, name)
        displayname = name = cgi.escape(name)      #HTML字符转义
        if os.path.islink(fullname):
            displayname = name + "@"
        elif os.path.isdir(fullname):
            displayname = name + "/"
            name = name + os.sep
        f.write('<li><a href="%s">%s</a>\n' % (name, displayname))
    f.write("</ul>\n<hr>\n")
    f.seek(0)
    return f
```

目录列表效果如图8-8所示。

8.2.5 动态CGI功能

CGI（Common Gateway Interface，通用网关接口）实现让一个客户端从网页浏览器向在网络服务器上的程序请求数据。CGI描述了客户端和服务程序之间传输数据的一种标准。编写CGI程序的语言有Shell、Perl、Python、Ruby、PHP、TCL、C/C++等。Yorserver支持这些CGI程序的调用，需要修改相关配置，`cgi_path`参数指定CGI程序的存放目录，默认为yorserver/bin/cgi-bin目录，指定多个目录使用“，”号分隔；`cgi_extensions`参数指定CGI程序扩展名支持，详细见下面的配置：

```
[cgim]
# cgi_moudle: Enable (on) or Disable (off) cgi support.
```

```
cgi_moudle="on"
# cgi_path:  configure cgi path, multiple cgi path use ', ' delimited,
cgi_path in bin directory.
cgi_path='/cgi-bin',
# cgi_extensions:  configure cgi file extension.
cgi_extensions=" ('.cgi', '.py', '.pl', '.php') "
```

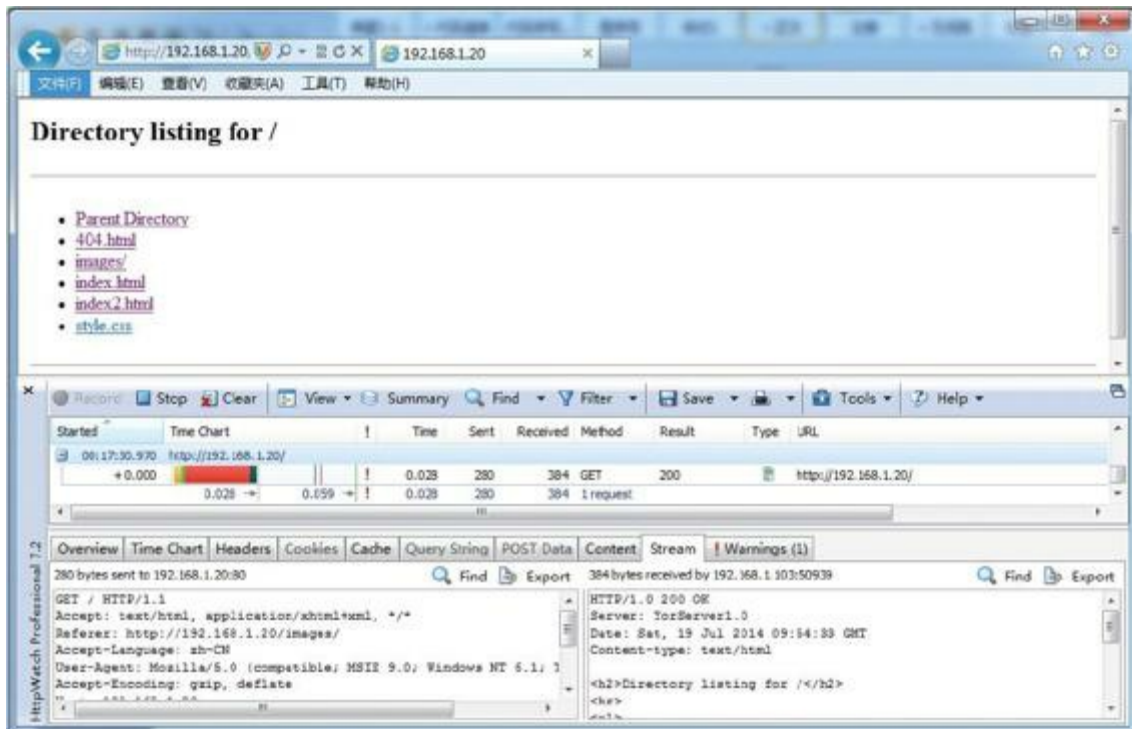


图8-8 目录列表

Yorserver采用CGIHTTPServer模块来实现CGI支持，其CGIHTTPRequestHandler类继承了SimpleHTTPRequestHandler类，因此，该类除了可以执行CGI程序外还支持静态文件服务。另外在主服务类中需要继承CGIHTTPRequestHandler基类，例如：`class ServerHandler (CGIHTTPRequestHandler)`，其他实现源码如下：

```
CGIHTTPRequestHandler.cgi_directories = cgi_path      #指定CGI路径
if cgi_moudle=="on" and self.path.endswith(cgi_extensions):      #开启CGI且在配置
    #扩展名列表中
    return CGIHTTPRequestHandler.do_GET (self)      #调用cgi do_GET () 方法，返回执行结果
```

下面列举Python与PHP CGI实现冒泡排序法的示例。代码如下：

【bin/cgi-bin/index.py】

```
#!/usr/bin/env python
#coding=utf-8
print "Content-type: text/html\n\n";
print "<html><head><title>Python冒泡排序测试</title></head><body>"
my_list = [23, 45, 67, 3, 56, 82, 24, 23, 5, 77, 19, 33, 51, 99]
```

```

def bubble (bad_list):
    length = len (bad_list) - 1
    sorted = False
    while not sorted:
        sorted = True
        for i in range (length):
            if bad_list[i] > bad_list[i+1]:
                sorted = False
                bad_list[i], bad_list[i+1] = bad_list[i+1], bad_list[i]
    bubble (my_list)
print my_list
print "</body></html>"

```

执行结果如图8-9所示。

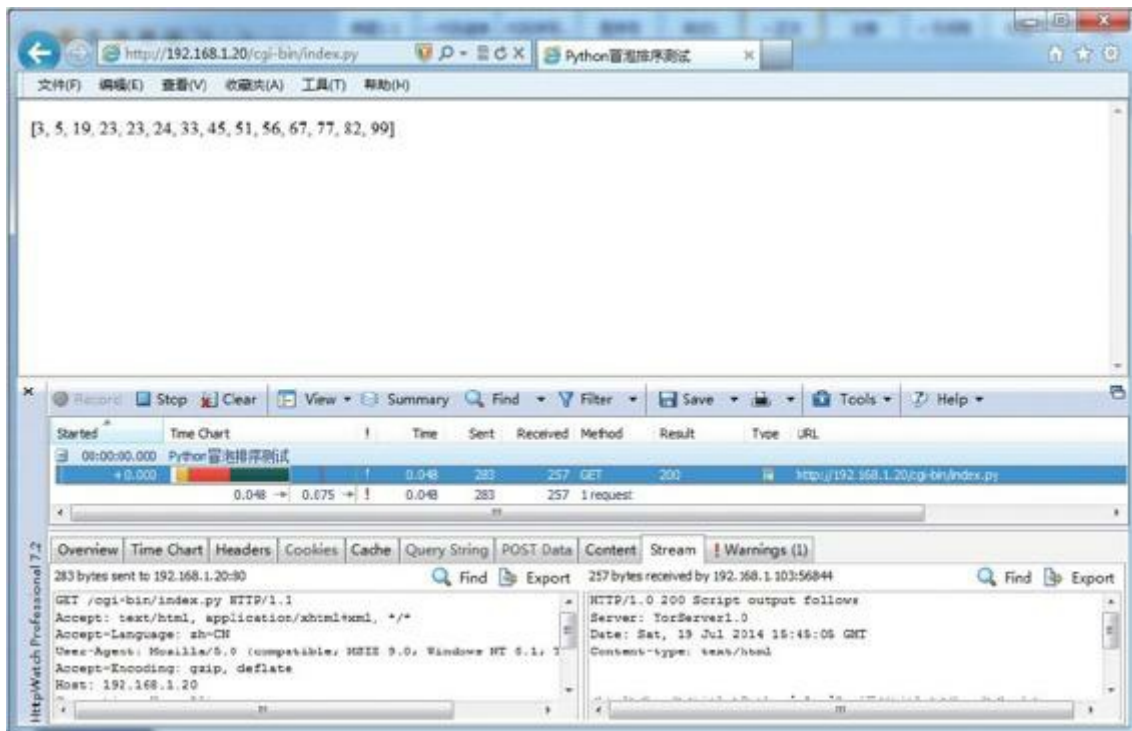


图8-9 Python CGI运行结果图

【bin/cgi-bin/index.php】

```

#!/usr/bin/env php
<? php
echo "Content-type: text/html\n\n";
echo "<html><head><title>PHP冒泡排序测试</title></head><body><pre>";
function bubble (array $array) {
    for ($i=0, $len=count ($array)-1; $i<$len; ++$i) {
        for ($j=$len; $j>$i; --$j) {
            if ($array[$j] < $array[$j-1])
            {
                $temp = $array[$j];
                $array[$j] = $array[$j-1];
                $array[$j-1] = $temp;
            }
        }
    }
}
return $array;

```

```
}  
print_r (bubble (array (23, 45, 67, 3, 56, 82, 24, 23, 5, 77, 19, 33, 51,  
99) ) ) );  
echo "</pre></body></html>";  
? >
```

执行结果如图8-10所示。

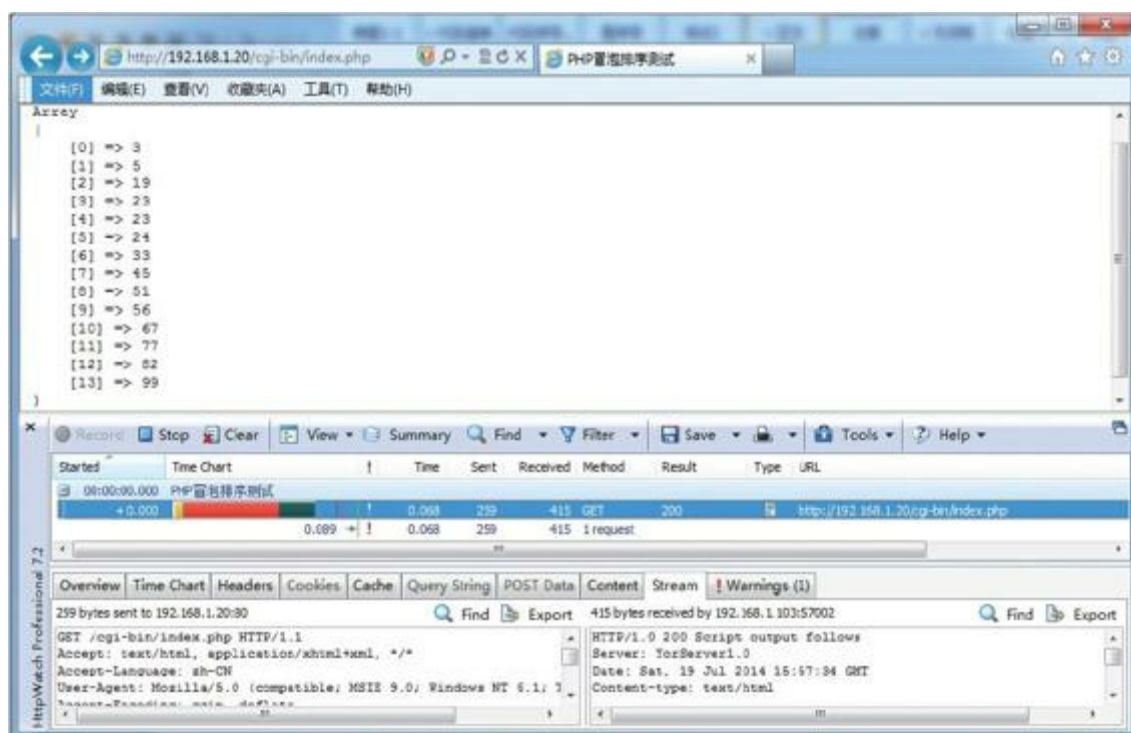


图8-10 PHP CGI运行结果图

第9章 集中化管理平台Ansible详解

Ansible (<http://www.ansibleworks.com/>) 一种集成IT系统的配置管理、应用部署、执行特定任务的开源平台，是AnsibleWorks公司名下的项目，该公司由Cobbler及Func的作者于2012年创建成立。Ansible基于Python语言实现，由Paramiko和PyYAML两个关键模块构建。Ansible具有如下特点：

- 部署简单，只需在主控端部署Ansible环境，被控端无需做任何操作；
- 默认使用SSH（Secure SHell）协议对设备进行管理；
- 主从集中化管理；
- 配置简单、功能强大、扩展性强；
- 支持API及自定义模块，可通过Python轻松扩展；
- 通过Playbooks来定制强大的配置、状态管理；
- 对云计算平台、大数据都有很好的支持；
- 提供一个功能强大、操作性强的Web管理界面和REST API接口——AWX平台。

Ansible的架构图见图9-1，用户通过Ansible编排引擎操作公共/私有云或CMDB（配置管理数据库）中的主机，其中Ansible编排引擎由Inventory（主机与组规则）、API、Modules（模块）、Plugins（插件）组成。

Ansible与Saltstack最大的区别是Ansible无需在被控主机部署任何客户端代理，默认直接通过SSH通道进行远程命令执行或下发配置；相同点是都具备功能强大、灵活的系统管理、状态配置，都使用YAML格式来描述配置，两者都提供丰富的模板及API，对云计算平台、大数据都有很好的支持。Ansible在GitHub上的地址为<https://github.com/ansible/>，其中提供了不少配置例子供参考，本文测试的版本为1.3.2。

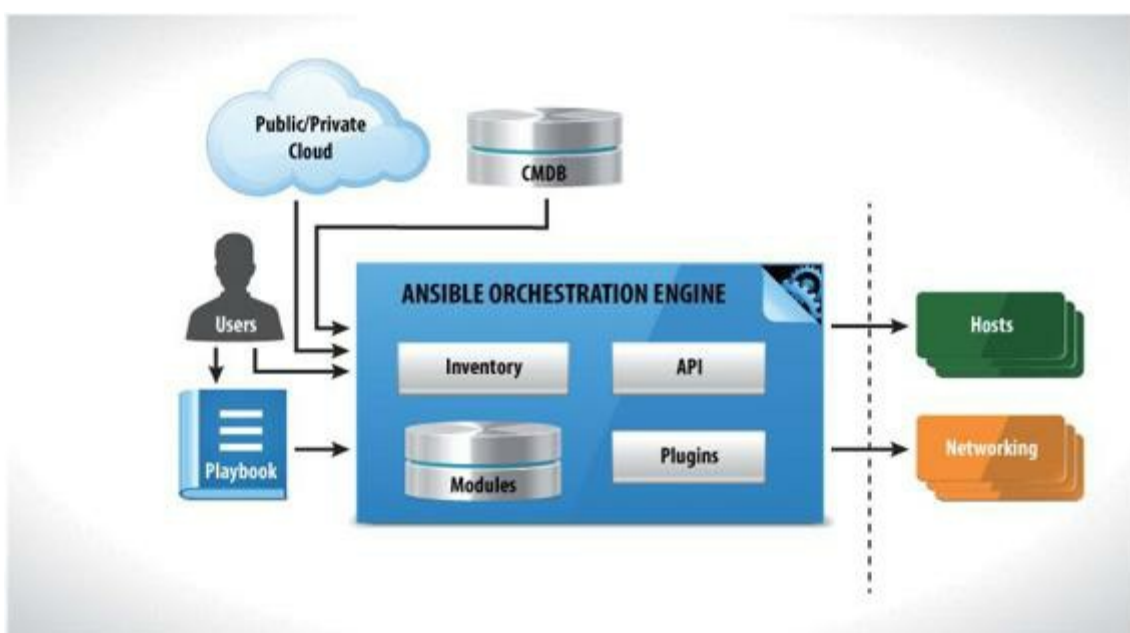


图9-1 Ansible架构图



提示 Ansible提供了一个在线Playbook分享平台，地址：<https://galaxy.ansibleworks.com>，该平台汇聚了各类常用功能的角色，找到适合自己的Role（角色）后，只需要运行“`ansible-galaxy install 作者id.角色包名称`”就可以安装到本地，比如想安装bennojoy提供的Nginx安装与配置的角色，直接运行“`ansible-galaxy install bennojoy.nginx`”即可安装到本地，该角色的详细地址为：<https://galaxy.ansibleworks.com/list#/roles/2>。

为了方便读者更系统化地了解Ansible的技术点，本章将针对相关技术点进行详细展开介绍。

9.1 YAML语言

YAML是一种用来表达数据序列的编程语言，它的主要特点包括：可读性强、语法简单明了、支持丰富的语言解析库、通用性强等。
Ansible与Saltstack环境中配置文件都以YAML格式存在，熟悉YAML结构及语法对我们理解两环境的相关配置至关重要。下面的示例定义了master的不同业务环境下文件根路径的描述：

```
file_roots:
base:
  - /srv/salt/
dev:
  - /srv/salt/dev
prod:
  - /srv/salt/prod
```

本节主要通过YAML描述与Python的对应关系，从而方便读者了解YAML的层次及结构，最常见的是映射到Python中的列表（List）、字典（Dictionary）两种对象类型。下面通过块序列与块映射的示例详细说明。

9.1.1 块序列描述

块序列就是将描述的元素序列到Python的列表（List）中。以下代码演示了YAML与Python的对应关系：

```
import yaml
obj=yaml.load (
"""
- Hesperidae
- Papilionidae
- Apatelodidae
- Epipleidae
""")
print obj
```

本例中引用“-”来分隔列表中的每个元素，运行结果如下：

```
['Hesperidae', 'Papilionidae', 'Apatelodidae', 'Epipleidae']
```

YAML也存在类似于Python块的概念，例如：


```
-  
- Hesperidae  
- Papilionidae  
- Apatelodidae  
- Epipleidae  
-  
- China  
- USA  
- Japan
```

对应的Python结果为:

```
[['Hesperidae', 'Papilionidae', 'Apatelodidae', 'Epipleidae'],  
 ['China', 'USA', 'Japan']]
```

9.1.2 块映射描述

块映射就是将描述的元素序列到Python的字典（Dictionary）中，格式为“键（key）： 值（value）”，以下为YAML例子：

```
hero:  
  hp: 34  
  sp: 8  
  level: 4  
orc:  
  hp: 12  
  sp: 0  
  level: 2
```

对应的Python结果为:

```
{'hero': {'hp': 34, 'sp': 8, 'level': 4}, 'orc': {'hp': 12, 'sp':  
0, 'level': 2}}
```

当然，YAML块序列与块映射是可以自由组合在一起的，它们之间可以相互嵌套，通过非常灵活的组合，可以帮助我们描述更加复杂的对象属性，例如：

```
- hero:  
  hp: 34  
  sp: 8  
  level: 4  
- orc:  
  hp:
```

```
- 12
- 30
sp:  0
level: 2
```

对应的Python结果为:

```
[{'hero': {'hp': 34, 'sp': 8, 'level': 4}}, {'orc': {'hp': [12, 30], 'sp': 0, 'level': 2}}]
```

9.2 Ansible的安装

Ansible只需在管理端部署环境即可，建议读者采用yum源方式来实现部署，下面介绍具体步骤。

9.2.1 业务环境说明

为了方便读者理解，笔者通过虚拟化环境部署了两组业务功能服务器来进行演示。笔者的操作系统版本为CentOS release 6.4，自带Python 2.6.6。相关服务器信息如表9-1所示（CPU核数及Nginx根目录的差异化是为方便演示生成动态配置需要）：

表9-1 业务环境表

角色	主机名	IP	组名	Cpus (核数)	Web Root (Nginx 根目录)
Master	SN2013-08-020	192.168.1.20	—	—	—
minion	SN2013-08-021	192.168.1.21	webservers	2	/data
minion	SN2013-08-022	192.168.1.22	webservers	2	/data

9.2.2 安装EPEL

由于目前RHEL官网的yum源还没有得到Ansible的安装包支持，因此先安装EPEL作为部署Ansible的默认yum源。

·RHEL（CentOS）5版本：rpm-Uvh
<http://mirror.pnl.gov/epel/5/i386/epel-release-5-4.noarch.rpm>

·RHEL（CentOS）6版本：rpm-Uvh
<http://ftp.linux.ncsu.edu/pub/epel/6/i386/epel-release-6-8.noarch.rpm>

9.2.3 安装Ansible

主服务器安装（主控端），代码如下：

```
#yum install ansible -y
```

9.2.4 Ansible配置及测试

第一步是修改主机与组配置，文件位置/etc/ansible/hosts，格式为ini，添加两台主机IP，同时定义两个IP到webservers组，更新的内容如下：

【/etc/ansible/hosts】

```
#green.example.com
#blue.example.com
192.168.1.21
192.168.1.22
[webservers]
#alpha.example.org
#beta.example.org
192.168.1.21
192.168.1.22
```

通过ping模块测试主机的连通性，分别对单主机及组进行ping操作，出现如图9-2所示的结果表示安装、测试成功。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# ansible 192.168.1.21 -m ping -k
SSH password:
192.168.1.21 | success >> {
    "changed": false,
    "ping": "pong"
}

[root@SN2013-08-020 ~]# ansible webservers -m ping -k
SSH password:
192.168.1.21 | success >> {
    "changed": false,
    "ping": "pong"
}

192.168.1.22 | success >> {
    "changed": false,
    "ping": "pong"
}
```

图9-2 测试主机连通性



提示 由于主控端与被控主机未配置SSH证书信任，需要在执行ansible命令时添加-k参数，要求提供root（默认）账号密码，即在提示“SSH password:”时输入。很多人更倾向于使用Linux普通用户账户进行连接并使用sudo命令实现root权限，格式为：ansible

webservers-m ping-u ansible-sudo。

9.2.5 配置Linux主机SSH无密码访问

为了避免Ansible下发指令时输入目标主机密码，通过证书签名达到SSH无密码是一个好的方案，推荐使用ssh-keygen与ssh-copy-id来实现快速证书的生成及公钥下发，其中ssh-keygen生成一对密钥，使用ssh-copy-id来下发生成的公钥。具体操作如下。

在主控端主机（SN2013-08-020）创建密钥，执行：ssh-keygen-t rsa，有询问直接按回车键即可，将在/root/.ssh/下生成一对密钥，其中id_rsa为私钥，id_rsa.pub为公钥（需要下发到被控主机用户.ssh目录，同时要求重命名成authorized_keys文件）。

```
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/root/.ssh/id_rsa):    (回车)
Enter passphrase (empty for no passphrase):    (回车)
Enter same passphrase again:    (回车)
Your identification has been saved in /root/.ssh/id_rsa.
Your public key has been saved in /root/.ssh/id_rsa.pub.
The key fingerprint is:
8d: f0: 47: c6: b9: 55: 5b: c0: 0e: 04: ec: e2: 9c: 38: f6: 84    root@SN2013-08-020
The key's randomart image is:
+--[ RSA 2048 ]-----+
|           ..o..o..|
|           .....o |
|      .   . = .o.  |
|         o.=.o   .  |
|         =So+      |
|        E =.       |
|       . +         |
|       .           |
|                   |
+-----+

```

接下来同步公钥文件id_rsa.pub到目标主机，推荐使用ssh-copy-id公钥拷贝工具，命令格式：/usr/bin/ssh-copy-id[-i[identity_file]] [user@]machine。本示例中我们输入以下命令同步公钥至192.168.1.21和192.168.1.22主机。

```
#ssh-copy-id -i /root/.ssh/id_rsa.pub root@192.168.1.21
#ssh-copy-id -i /root/.ssh/id_rsa.pub root@192.168.1.22
```

校验SSH无密码配置是否成功，运行ssh root@192.168.1.21，如直接进入目标root账号提示符，则说明配置成功。

9.3 定义主机与组规则

Ansible通过定义好的主机与组规则（Inventory）对匹配的目标主机进行远程操作，配置规则文件默认是/etc/ansible/hosts。

9.3.1 定义主机与组

所有定义的主机与组规则都在/etc/Ansible/hosts文件中，为ini文件格式，主机可以用域名、IP、别名进行标识，其中webservers、dbservers为组名，紧跟着的主机为其成员。格式如下：

```
mail.example.com
192.168.1.21: 2135
[webservers]
foo.example.com
bar.example.com
192.168.1.22
[dbservers]
one.example.com
two.example.com
three.example.com
192.168.1.23
```

其中，192.168.1.21: 2135的意思是定义一个SSH服务端口为2135的主机，当然我们也可以使用别名来描述一台主机，如：

```
jumper ansible_ssh_port=22 ansible_ssh_host=192.168.1.50
```

jumper为定义的一个别名，ansible_ssh_port为主机SSH服务端口，ansible_ssh_host为目标主机，更多保留主机变量如下：

- ansible_ssh_host，连接目标主机的地址。
- ansible_ssh_port，连接目标主机SSH端口，端口22无需指定。
- ansible_ssh_user，连接目标主机默认用户。
- ansible_ssh_pass，连接目标主机默认用户密码。
- ansible_connection，目标主机连接类型，可以是local、ssh或paramiko。

- `ansible_ssh_private_key_file`连接目标主机的ssh私钥。

- `ansible_*_interpreter`，指定采用非Python的其他脚本语言，如Ruby、Perl或其他类似`ansible_python_interpreter`解释器。

组成员主机名称支持正则描述，示例如下：

```
[webservers]
www[01: 50].example.com
[databases]
db-[a: f].example.com
```

9.3.2 定义主机变量

主机可以指定变量，以便后面供Playbooks配置使用，比如定义主机`hosts1`及`hosts2`上Apache参数`http_port`及`maxRequestsPerChild`，目的是让两台主机产生Apache配置文件`httpd.conf`差异化，定义格式如下：

```
[atlanta]
host1 http_port=80 maxRequestsPerChild=808
host2 http_port=303 maxRequestsPerChild=909
```

9.3.3 定义组变量

组变量的作用域是覆盖组所有成员，通过定义一个新块，块名由组名+“: vars”组成，定义格式如下：

```
[atlanta]
host1
host2
[atlanta: vars]
ntp_server=ntp.atlanta.example.com
proxy=proxy.atlanta.example.com
```

同时Ansible支持组嵌套组，通过定义一个新块，块名由组名+“: children”组成，格式如下：

```
[atlanta]
host1
host2
[raleigh]
```

```
host2
host3
[southeast: children]
atlanta
raleigh
[southeast: vars]
some_server=foo.southeast.example.com
halon_system_timeout=30
self_destruct_countdown=60
escape_pods=2
[usa: children]
southeast
northeast
southwest
southeast
```



提示 嵌套组只能使用在/usr/bin/ansible-playbook中，在/usr/bin/ansible中不起作用。

9.3.4 分离主机与组特定数据

为了更好地规范定义的主机与组变量，Ansible支持将/etc/ansible/hosts定义的主机名与组变量单独剥离出来存放到指定的文件中，将采用YAML格式存放，存放位置规定：“/etc/ansible/group_vars/+组名”和“/etc/ansible/host_vars/+主机名”分别存放指定组名或主机名定义的变量，例如：

```
/etc/ansible/group_vars/dbservers
/etc/ansible/group_vars/webservers
/etc/ansible/host_vars/foosball
```

定义的dbservers变量格式为：

【/etc/ansible/group_vars/dbservers】

```
---
ntp_server:  acme.example.org
database_server:  storage.example.org
```



提示 在Ansible

1.2及以后版本中，`group_vars/`和
`host_vars/`目录可以保存在`playbook`目录或`inventory`目录，如同时存在，
`inventory`目录的优先级高于`playbook`目录的。

9.4 匹配目标

在9.3节中已经完成主机与组的定义，本节将讲解如何进行目标（Patterns）匹配，格式为：ansible<pattern_goes_here>-m<module_name>-a<arguments>。举例说明：重启webservers组的所有Apache服务。

```
ansible webservers -m service -a "name=httpd state=restarted"
```

本节将重点介绍<pattern_goes_here>参数的使用方法，详细规则及含义见表9-2。

表9-2 匹配目标主机规则表

规 则	含 义
192.198.1.2 或 one.example.com	匹配目标 IP 地址或主机名，多个 IP 或主机名使用 “;” 号分隔
webservers	匹配目标组为 webservers，多个组使用 “;” 号分隔
All 或 ‘*’	匹配目标所有主机
~(web db).*\.example\.com 或 192.168.1.*	支持正则表达式匹配主机或 IP 地址
webservers:!192.168.1.22	匹配 webservers 组且排除 192.168.1.22 主机 IP
webservers:&dbservers	匹配 webservers 与 dbservers 两个群组的交集
webservers:!{{excluded}}:&{{required}}	支持变量匹配方式

9.5 Ansible常用模块及API

Ansible提供了非常丰富的功能模块，包括Cloud（云计算）、Commands（命令行）、Database（数据库）、Files（文件管理）、Internal（内置功能）、Inventory（资产管理）、Messaging（消息队列）、Monitoring（监控管理）、Net Infrastructure（网络基础服务）、Network（网络管理）、Notification（通知管理）、Packaging（包管理）、Source Control（版本控制）、System（系统服务）、Utilities（公共服务）、Web Infrastructure（Web基础服务），等等，更多模块介绍见官网模块介绍（网址：<http://ansibleworks.com/docs/modules.html>）。模块默认存储目录为/usr/share/ansible/，存储结构以模块分类名作为目录名，模块文件按分类存放在不同类别目录中。命令行调用模块格式：ansible<pattern_goes_here（操作目标）>-m<module_name（模块名）>-a<module_args（模块参数）>，其中默认的模块名为command，即“-m command”可省略。获取远程webserver组主机的uptime信息格式如图9-3所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# ansible webserver -m command -a "uptime"
192.168.1.22 | success | rc=0 >>
 07:33:20 up 31 min,  1 user,  load average: 0.00, 0.00, 0.00

192.168.1.21 | success | rc=0 >>
10:11:02 up 12:41,  1 user,  load average: 0.01, 0.01, 0.00
```

图9-3 获取主机“uptime”信息

以上命令等价于ansible webserver-a"uptime"，获得模块的帮助说明信息格式：ansible-doc<模块名>，得到ping模块的帮助说明信息如图9-4所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# ansible-doc ping
> PING

A trivial test module, this module always returns 'pong' on
successful contact. It does not make sense in playbooks, but it is
useful from '/usr/bin/ansible'

# Test 'webserver' status
ansible webserver -m ping
```

图9-4 ping模块帮助信息

在playbooks中运行远程命令格式如下：

```
- name: reboot the servers
  action: command /sbin/reboot -t now
```

Ansible 0.8或以上版本支持以下格式:

```
- name: reboot the servers
  command: /sbin/reboot -t now
```

Ansible提供了非常丰富的模块，涉及日常运维工作的方方面面。下面介绍Ansible的常用模块，更多模块介绍见官方说明。

1.远程命令模块

(1) 功能

模块包括command、script、shell，都可以实现远程shell命令运行。command作为Ansible的默认模块，可以运行远程权限范围所有的shell命令；script功能是在远程主机执行主控端存储的shell脚本文件，相当于scp+shell组合；shell功能是执行远程主机的shell脚本文件。

(2) 例子

```
ansible webservers -m command -a "free -m"
ansible webservers -m script -a "/home/test.sh 12 34"
ansible webservers -m shell -a "/home/test.sh"
```

2.copy模块

(1) 功能

实现主控端向目标主机拷贝文件，类似于scp的功能。

(2) 例子

以下示例实现拷贝/home/test.sh文件至webserver组目标主机/tmp/目录下，并更新文件属主及权限（可以单独使用file模块实现权限的修改，格式为：path=/etc/foo.conf owner=foo group=foo mode=0644）。

```
#
ansible webservers -m copy -a "src=/home/test.sh dest=/tmp/ owner=root
group=root mode=0755"
```

3.stat模块

(1) 功能

获取远程文件状态信息，包括`atime`、`ctime`、`mtime`、`md5`、`uid`、`gid`等信息。

(2) 例子

```
ansible webservers -m stat -a "path=/etc/sysctl.conf"
```

4.get_url模块

(1) 功能

实现在远程主机下载指定URL到本地，支持`sha256sum`文件校验。

(2) 例子

```
ansible webservers -m get_url -a "url=http://www.baidu.com  
dest=/tmp/index.html mode=0440 force=yes"
```

5.yum模块

(1) 功能

Linux平台软件包管理操作，常见有`yum`、`apt`管理方式。

(2) 例子

```
ansible webservers -m apt -a "pkg=curl state=latest"  
ansible webservers -m yum -a "name=curl state=latest"
```

6.cron模块

(1) 功能

远程主机`crontab`配置。

(2) 例子

```
ansible webservers -m cron -a "name='check dirs' hour='5, 2' job='ls -alh"
```

```
> /dev/null'"
```

效果如下：

```
#Ansible:  check dirs
* 5, 2 * * * ls -alh > /dev/nullsalt '*' file.chown /etc/passwd root root
```

7.mount模块

（1）功能

远程主机分区挂载。

（2）例子

```
ansible webserver -m mount -a "name=/mnt/data src=/dev/sd0 fstype=ext3
opts=ro state=present"
```

8.service模块

（1）功能

远程主机系统服务管理。

（2）例子

```
ansible webserver -m service -a "name=nginx state=stopped"
ansible webserver -m service -a "name=nginx state=restarted"
ansible webserver -m service -a "name=nginx state=reloaded"
```

9.sysctl包管理模块

（1）功能

远程Linux主机sysctl配置。

（2）例子

```
sysctl:      name=kernel.panic      value=3      sysctl_file=/etc/sysctl.conf
checks=before reload=yessalt '*' pkg.upgrade
```

10.user服务模块

（1）功能

远程主机系统用户管理。

（2）例子

```
#添加用户johnd;  
ansible webservers -m user -a "name=johnd comment='John Doe'"  
#删除用户johnd;  
ansible webservers -m user -a "name=johnd state=absent remove=yes"
```



提示 playbooks模块调用格式如下，以command模块为例

（0.8或更新版本格式）：

-name: reboot the servers

command: /sbin/reboot-t now

9.6 playbook介绍

playbook是一个不同于使用Ansible命令行执行方式的模式，其功能更强大灵活。简单来说，playbook是一个非常简单的配置管理和多主机部署系统，不同于任何已经存在的模式，可作为一个适合部署复杂应用程序的基础。playbook可以定制配置，可以按指定的操作步骤有序执行，支持同步及异步方式。官方提供了大量的例子，可以在<https://github.com/ansible/ansible-examples>找到。playbook是通过YAML格式来进行描述定义的，可以实现多台主机应用的部署，定义在webserver及dbserver组上执行特定指令步骤。下面为读者介绍一个基本的playbook示例：

【/home/test/ansible/playbooks/nginx.yml】

```
---
- hosts: webserver
  vars:
    worker_processes: 4
    num_cpus: 4
    max_open_file: 65506
    root: /data
  remote_user: root
  tasks:
    - name: ensure nginx is at the latest version
      yum: pkg=nginx state=latest
    - name: write the nginx config file
      template: src=/home/test/ansible/nginx/nginx2.conf
      dest=/etc/nginx/nginx.conf
      notify:
        - restart nginx
    - name: ensure nginx is running
      service: name=nginx state=started
  handlers:
    - name: restart nginx
      service: name=nginx state=restarted
```

以上playbook定制了一个简单的Nginx软件包管理，内容包括安装、配置模板、状态管理等。下面详细对该示例进行说明。

9.6.1 定义主机与用户

在playbook执行时，可以为主机或组定义变量，比如指定远程登录用户。以下为webserver组定义的相关变量，变量的作用域只限于

webserver组下的主机。

```
- hosts:  webserver
  vars:
    worker_processes:  4
    num_cpus:  4
    max_open_file:  65506
    root:  /data
    remote_user:  root
```

`hosts`参数的作用为定义操作的对象，可以是主机或组，具体定义规则见9.3.1节内容。本示例定义操作主机为webserver组，同时通过vars参数定义了4个变量（配置模板用到），其中remote_user为指定远程操作的用户名，默认为root账号，支持sudo方式运行，通过添加sudo: yes即可。注意，remote_user参数在Ansible 1.4或更高版本才引入。

9.6.2 任务列表

所有定义的任务列表（tasks list），playbook将按定义的配置文件自上而下的顺序执行，定义的主机都将得到相同的任务，但执行的返回结果不一定保持一致，取决于主机的环境及程序包状态。建议每个任务事件都要定义一个name标签，好处是增强可读性，也便于观察结果输出时了解运行的位置，默认使用action（具体的执行动作）来替换name作为输出。下面是一个简单的任务定义示例：

```
tasks:
  - name:  make sure nginx is running
    service:  name=nginx state=running
```

功能是检测Nginx服务是否为运行状态，如没有则启动。其中name标签对下面的action（动作）进行描述；action（动作）部分可以是Ansible的任意模块，具体见9.5节，本例为services模块，参数使用key=value的格式，如“name=httpd”，在定义任务时也可以引用变量，格式如下：

```
tasks:
  - name:  create a virtual host file for {{ vhost }}
    template:  src=somefile.j2 dest=/etc/httpd/conf.d/{{ vhost }}
```

在playbook可通过template模块对本地配置模板文件进行渲染并同

步到目标主机。以nginx配置文件为例，定义如下：

```
- name: write the nginx config file
  template: src=/home/test/ansible/nginx/nginx2.conf
  dest=/etc/nginx/nginx.conf
  notify:
    - restart nginx
```

其中，“src=/home/test/ansible/nginx/nginx2.conf”为管理端模板文件存放位置，“dest=/etc/nginx/nginx.conf”为目标主机nginx配置文件位置，通过下面nginx模板文件可以让大家对模板的定义有个基本的概念。

【/home/test/ansible/nginx/nginx2.conf】

```
user          nginx;
worker_processes {{ worker_processes }};
{% if num_cpus == 2 %}
worker_cpu_affinity 01 10;
{% elif num_cpus == 4 %}
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;
{% elif num_cpus >= 8 %}
worker_cpu_affinity 00000001 00000010 00000100 00001000 00010000 00100000
01000000 10000000;
{% else %}
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;
{% endif %}
worker_rlimit_nofile {{ max_open_file }};
... ..
```

Ansible会根据定义好的模板渲染成真实的配置文件，模板使用YAML语法，详细见9.1节，最终生成的nginx.conf配置如下：

```
user          nginx;
worker_processes 4;
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;
worker_rlimit_nofile 65506;
... ..
```

当目标主机配置文件发生变化后，通知处理程序（Handlers）来触发后续的动作，比如重启nginx服务。Handlers中定义的处理程序在没有通知触发时是不会执行的，触发后也只会运行一次。触发是通过Handlers定义的name标签来识别的，比如下面notify中的“restart nginx”与handlers中的“name: restart nginx”保持一致。

```
notify:
```

```
- restart nginx
handlers:
  - name: restart nginx
    service: name=nginx state=restarted
```

9.6.3 执行playbook

执行playbook，可以通过ansible-playbook命令实现，格式：ansible-playbook playbook file (.yaml) [参数]，如启用10个并行进程数执行playbook：

```
#ansible-playbook /home/test/ansible/playbooks/nginx.yml -f 10,
```

其他常用参数说明：

- u REMOTE_USER：手工指定远程执行playbook的系统用户；
- syntax-check：检查playbook的语法；
- list-hosts playbooks：匹配到的主机列表；
- T TIMEOUT：定义playbook执行超时时间；
- step：以单任务分步骤运行，方便做每一步的确认工作。

更多参数说明运行ansible-playbook-help来获得。

9.7 playbook角色与包含声明

当我们写一个非常大的playbook时，想要复用些功能显得有些吃力，还好Ansible支持写playbook时拆分成多个文件，通过包含（include）的形式进行引用，我们可以根据多种维度进行“封装”，比如定义变量、任务、处理程序等。

角色建立在包含文件之上，抽象后更加清晰、可复用。运维人员可以更专注于整体，只有在需要时才关注具体细节。Ansible官方在GitHub上提供了大量的示例供大家参考借鉴，访问地址<https://github.com/ansible/ansible-examples>即可获相应的学习资料。

9.7.1 包含文件，鼓励复用

当多个playbook涉及复用的任务列表时，可以将复用的内容剥离出，写到独立的文件当中，最后在需要的地方include进来即可，示例如下：

【tasks/foo.yml】

```
---
# possibly saved as tasks/foo.yml
- name: placeholder foo
  command: /bin/foo
- name: placeholder bar
  command: /bin/bar
```

然后就可以在使用的playbook中include进来，如：

```
tasks:
- include: tasks/foo.yml
```

当然，也可以将变量传递到包含文件当中，这称为“参数包含”。

如在部署多个WordPress的情况下，可以根据不同用户单独部署WordPress的任务，且引用单个wordpress.yml文件，可以这样写：

```
tasks:
- include: wordpress.yml user=timmy
- include: wordpress.yml user=alice
```



```
- include: wordpress.yml user=bob
```

注意，1.4或更高版本可支持以Python的字典、列表的传递参数形式，如：

```
tasks:
- { include: wordpress.yml, user: timmy, ssh_keys: [ 'keys/one.txt',
'keys/two.txt' ] }
```

使用这两种方法都进行变量传递，然后在包含文件中通过使用`{{user}}`进行变量引用。

将处理程序（handlers）放到包含文件中是一个好的做法，比如重启Apache的任务，如下：

【handlers/handlers.yml】

```
---
# this might be in a file like handlers/handlers.yml
- name: restart apache
  service: name=apache state=restarted
```

需要时可以进行引用，像这样：

```
handlers:
- include: handlers/handlers.yml
```

9.7.2 角色

现在我们已经了解了变量、任务、处理程序的定义，有什么方法更好地进行组织或抽象，让其复用性更强、功能更具模块化？答案就是角色。角色是Ansible定制好的一种标准规范，以不同级别目录层次及文件对角色、变量、任务、处理程序等进行拆分，为后续功能扩展、可维护性打下基础。一个典型角色目录结构的示例如下：

```
site.yml
webservers.yml
fooservers.yml
roles/
  common/
  files/
```

```
templates/  
tasks/  
handlers/  
vars/  
meta/  
webservers/  
files/  
templates/  
tasks/  
handlers/  
vars/  
meta/
```

在playbook是这样引用的：

【site.yml】

```
---  
- hosts: webservers  
  roles:  
    - common  
    - webservers
```

角色定制以下规范，其中x为角色名。

- 如roles/x/tasks/main.yml文件存在，其中列出的任务将被添加到执行队列；
- 如roles/x/handlers/main.yml文件存在，其中所列的处理程序将被添加到执行队列；
- 如roles/x/vars/main.yml文件存在，其中列出的变量将被添加到执行队列；
- 如roles/x/meta/main.yml文件存在，所列任何作用的依赖关系将被添加到角色的列表（1.3及更高版本）；
- 任何副本任务可以引用roles/x/files/无需写路径，默认相对或绝对引用；
- 任何脚本任务可以引用roles/x/files/无需写路径，默认相对或绝对引用；
- 任何模板任务可以引用文件中的roles/x/templates/无需写路径，默认相对或绝对引用。

为了便于大家更好地理解和使用角色（role），对9.6节中的nginx软件包管理的playbook（独立文件）修改成角色的形式，同时添加了一个公共类角色common，从角色全局作用域中抽取出公共的部分，一般为系统的基础服务，比如ntp、iptables、selinux、sysctl等。本示例是针对ntp服务的管理。

（1）playbook目录结构

playbook目录包括变量定义目录group_vars、主机组定义文件hosts、全局配置文件site.yml、角色功能目录，playbook目录结构可参考图9-5。

【/home/test/ansible/playbooks/nginx】

（2）定义主机组

以下定义了一个业务组webservers，成员为两台主机。

【nginx/hosts】

```
[webservers]
192.168.1.21
192.168.1.22
```

非必选配置，默认将引用/etc/ansible/hosts的参数，角色中自定义组与主机文件将通过“-i file”命令行参数调用，如ansible-playbook-i hosts来调用。

```
[root@SN2013-08-020 playbooks]# tree nginx
nginx
├── group_vars
│   ├── all
│   └── webservers
├── hosts
├── roles
│   ├── common
│   │   ├── handlers
│   │   │   └── main.yml
│   │   ├── tasks
│   │   │   └── main.yml
│   │   ├── templates
│   │   │   └── ntp.conf.j2
│   │   └── vars
│   │       └── main.yml
│   └── web
│       ├── handlers
│       │   └── main.yml
│       ├── tasks
│       │   └── main.yml
│       ├── templates
│       │   └── nginx2.conf
└── site.yml
```

图9-5 playbook主目录结构

(3) 定义主机或组变量

定义规则见9.3节所述，`group_vars`为定义组变量目录，目录当中的文件名要与组名保持一致，组变量文件定义的变量作为域只受限于该组，`all`代表所有主机。

【nginx/group_vars/all】

```
---
# Variables listed here are applicable to all host groups
ntpserver: ntp.sjtu.edu.cn
```

【nginx/group_vars/webservers】

```
---
worker_processes: 4
num_cpus: 4
max_open_file: 65536
root: /data
```

(4) 全局配置文件site.yml

下面的全局配置文件引用了两个角色块，角色的应用范围及实现

功能都不一样：

【nginx/site.yml】

```
---
- name: apply common configuration to all nodes
  hosts: all
  roles:
    - common
- name: configure and deploy the webservers and application code
  hosts: webservers
  roles:
    - web
```

全局配置文件site.yml引用了两个角色，一个为公共类的common，另一个为web类，分别对应nginx/common、nginx/web目录。以此类推，可以引用更多的角色，如db、nosql、hadoop等，前提是我们先要进行定义，通常情况下一个角色对应着一个特定功能服务。通过hosts参数来绑定角色对应的主机或组。

（5）角色common的定义

角色common定义了handlers、tasks、templates、vars 4个功能类，分别存放处理程序、任务列表、模板、变量的配置文件main.yml，需要注意的是，vars/main.yml中定义的变量优先级高于/nginx/group_vars/all，可以从ansible-playbook的执行结果中得到验证。各功能块配置文件定义如下：

【handlers/main.yml】

```
- name: restart ntp
  service: name=ntpd state=restarted
```

【tasks/main.yml】

```
- name: Install ntp
  yum: name=ntp state=present
- name: Configure ntp file
  template: src=ntp.conf.j2 dest=/etc/ntp.conf
  notify: restart ntp
- name: Start the ntp service
  service: name=ntpd state=started enabled=true
- name: test to see if selinux is running
  command: getenforce
  register: sestatus
```

其中**template: src=ntp.conf.j2**引用模板时无需写路径，默认在上级的**templates**目录中查找。

【templates/ntp.conf.j2】

```
driftfile /var/lib/ntp/drift
restrict 127.0.0.1
restrict -6 :: 1
server {{ ntpserver }}
includefile /etc/ntp/crypto/pw
keys /etc/ntp/keys
```

此处**{{ntpserver}}**将引用**vars/main.yml**定义的**ntpserver**变量。

【vars/main.yml】

```
---
# Variables listed here are applicable to all host groups
ntpserver: 210.72.145.44
```

（6）角色web的定义

角色web定义了**handlers**、**tasks**、**templates**三个功能类，基本上是9.6节中的**nginx**管理**playbook**对应定义功能段打散后的内容。具体功能块配置文件定义如下：

【handlers/main.yml】

```
- name: restart nginx
  service: name=nginx state=restarted
```

【tasks/main.yml】

```
- name: ensure nginx is at the latest version
  yum: pkg=nginx state=latest
- name: write the nginx config file
  template: src=nginx2.conf dest=/etc/nginx/nginx.conf
  notify:
    - restart nginx
- name: ensure nginx is running
  service: name=nginx state=started
```

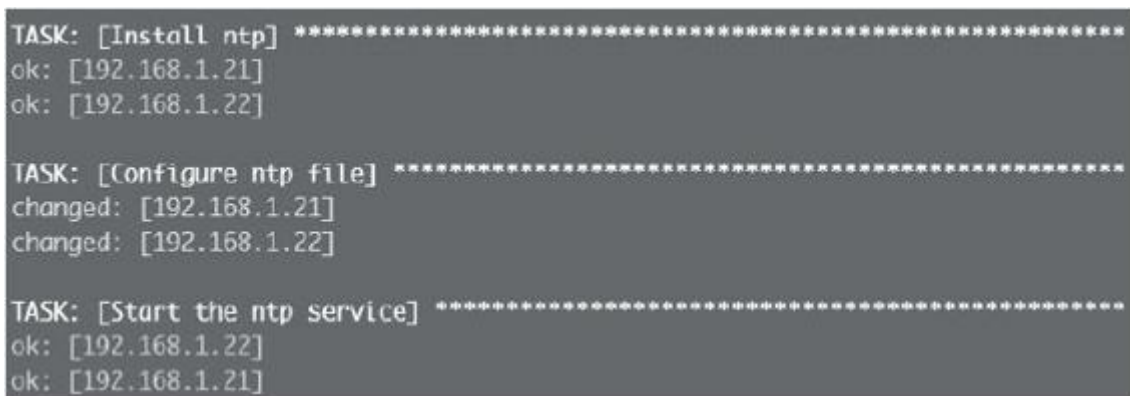
```
user                nginx;
worker_processes    {{ worker_processes }};
{% if num_cpus == 2 %}
worker_cpu_affinity 01 10;
{% elif num_cpus == 4 %}
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;
{% elif num_cpus >= 8 %}
worker_cpu_affinity 00000001 00000010 00000100 00001000 00010000 00100000
01000000 10000000;
{% else %}
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;
{% endif %}
worker_rlimit_nofile {{ max_open_file }};
.....
```

具体web角色定义细节将不展开描述，可参考9.6节及common角色的说明。

(7) 运行角色

```
#cd /home/test/ansible/playbooks/nginx
#ansible-playbook -i hosts site.yml -f 10
```

运行结果如图9-6与图9-7所示。



```
TASK: [Install ntp] *****
ok: [192.168.1.21]
ok: [192.168.1.22]

TASK: [Configure ntp file] *****
changed: [192.168.1.21]
changed: [192.168.1.22]

TASK: [Start the ntp service] *****
ok: [192.168.1.22]
ok: [192.168.1.21]
```

图9-6 ntp部署片段


```
TASK: [ensure nginx is at the latest version] *****
ok: [192.168.1.22]
ok: [192.168.1.21]

TASK: [write the nginx config file] *****
ok: [192.168.1.22]
ok: [192.168.1.21]

TASK: [ensure nginx is running] *****
ok: [192.168.1.22]
ok: [192.168.1.21]

PLAY RECAP *****
192.168.1.21      : ok=9    changed=2    unreachable=0    failed=0
192.168.1.22      : ok=9    changed=2    unreachable=0    failed=0
```

图9-7 nginx部署片段

9.8 获取远程主机系统信息：Facts

Facts是一个非常有用的组件，类似于Saltstack的Grains功能，实现获取远程主机的系统信息，包括主机名、IP地址、操作系统、分区信息、硬件信息等，可以配合playbook实现更加个性化、灵活的功能需求，比如在httpd.conf模板中引用Facts的主机名信息作为ServerName参数的值。通过运行**ansible hostname-m setup**可获取Facts信息，例如，获取192.168.1.21的Facts信息需运行：**ansible 192.168.1.21-m setup**，结果如下：

```
192.168.1.21 | success >> {
  "ansible_facts": {
    "ansible_all_ipv4_addresses": [
      "192.168.1.21"
    ],
    "ansible_all_ipv6_addresses": [
      "fe80::250:56ff:fe28:632d"
    ],
    "ansible_architecture": "x86_64",
    "ansible_bios_date": "07/02/2012",
    "ansible_bios_version": "6.00",
    "ansible_cmdline": {
      "KEYBOARDTYPE": "pc",
      "KEYTABLE": "us",
      "LANG": "en_US.UTF-8",
      "SYSFONT": "latarcyrheb-sun16",
      "quiet": true,
      "rd_NO_DM": true,
      "rd_NO_LUKS": true,
      "rd_NO_LVM": true,
      "rd_NO_MD": true,
      "rhgb": true,
      "ro": true,
      "root": "UUID=b8d29324-57b2-4949-8402-7fd9ad64ac5a"
    },
    .....
```

在模板文件中这样引用Facts信息：

```
{{ ansible_devices.sda.model }}
{{ ansible_hostname }}
```

9.9 变量

在实际应用场景中，我们希望一些任务、配置根据设备性能的不同而产生差异，比如使用本机CPU核数动态配置Nginx的`worker_processes`参数，可能有一组主机的应用配置文件几乎相同，但略有不同的配置项可以引用变量。在Ansible中使用变量的目的是方便处理系统之间的差异。

变量名的命名规则由字母、数字和下划线组合而成，变量必须以字母开头，如“`foo_port`”是一个合法的变量，“`foo5`”也是可以的，“`foo-port`”、“`foo port`”、“`foo.port`”和“`12`”都是非法的变量命名。在Inventory中定义变量见9.3.2节和9.3.3节，在playbook定义变量见9.6节，建议回顾一下，加深记忆。

9.9.1 Jinja2过滤器

Jinja2是Python下一个广泛应用的模板引擎，它的设计思想类似于Django的模板引擎，并扩展了其语法和一系列强大的功能，官网地址：<http://jinja.pocoo.org/>。下面介绍一下Ansible使用Jinja2强大的过滤器（Filters）功能。

使用格式：{{变量名|过滤方法}}。

下面是实现获取一个文件路径变量过滤出文件名的一个示例：

```
{{ path | basename }}
```

获取文件所处的目录名：

```
{{ path | dirname }}
```

下面为一个完整的示例，实现从“`/etc/profile`”中过滤出文件名“`profile`”，并输出重定向到`/tmp/testshell`文件中。

```
---
- hosts: 192.168.1.21
  vars:
    filename: /etc/profile
```

```
tasks:
  - name: "shell1"
    shell: echo {{ filename | basename }} >> /tmp/testshell
```

更多的过滤方法见<http://jinja.pocoo.org/docs/templates/#builtin-filters>。

9.9.2 本地Facts

我们可以通过Facts来获取目标主机的系统信息，当这些信息还不能满足我们的功能需求时，可以通过编写自定义的Facts模块来实现。当然，还有一个更简单的实现方法，就是通过本地Facts来实现。只需在目标设备/etc/ansible/facts.d目录定义JSON、INI或可执行文件的JSON输出，文件扩展名要求使用“.fact”，这些文件都可以作为Ansible的本地Facts，例如，在目标设备192.168.1.21定义三个变量，供以后playbook进行引用。

【/etc/ansible/facts.d/preferences.fact】

```
[general]
max_memory_size=32
max_user_processes=3730
open_files=65535
```

在主机端运行`ansible 192.168.1.21 -m setup -a "filter=ansible_local"`可看到定义的结果，返回结果如下：

```
192.168.1.21 | success >> {
  "ansible_facts": {
    "ansible_local": {
      "preferences": {
        "general": {
          "max_memory_size": "32",
          "max_user_processes": "3730",
          "open_files": "65535"
        }
      }
    }
  },
  "changed": false
}
```

注意返回JSON的层次结构，preferences（facts文件名前缀）

→general（INI的节名）→key: value（INI的键与值），最后就可以在我们的模板或playbook中通过以下方式进行调用：

```
{{ ansible_local.preferences.general.open_files }}
```

9.9.3 注册变量

变量的另一个用途是将一条命令的运行结果保存到变量中，供后面的playbook使用。下面是一个简单的示例：

```
- hosts: web_servers
  tasks:
    - shell: /usr/bin/foo
      register: foo_result
      ignore_errors: True
    - shell: /usr/bin/bar
      when: foo_result.rc == 5
```

上述示例注册了一个foo_result变量，变量值为shell: /usr/bin/foo的运行结果，ignore_errors: True为忽略错误。变量注册完成后，就可以在后面playbook中使用了，当条件语句when: foo_result.rc==5成立时，shell: /usr/bin/bar命令才会运行，其中foo_result.rc为返回/usr/bin/foo的resultcode（返回码）。图9-8返回“rc=0”的返回码。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# ansible 192.168.1.21 -m command -a "echo 'This certainly is epic'"
192.168.1.21 | success | rc=0 >>
This certainly is epic
```

图9-8 命令执行结果

9.10 条件语句

有时候一个playbook的结果取决于一个变量，或者取决于上一个任务（task）的执行结果值，在某些情况下，一个变量的值可以依赖于其他变量的值，当然也会影响Ansible的执行过程。

下面主要介绍When声明。

有时候我们想跳过某些主机的执行步骤，比如符合特定版本的操作系统将不安装某个软件包，或者磁盘空间爆满了将进行清理的步骤。在Ansible中很容易做到这一点，通过When子句实现，其中将引用Jinja2表达式。下面是一个简单的示例：

```
tasks:
  - name: "shutdown Debian flavored systems"
    command: /sbin/shutdown -t now
    when: ansible_os_family == "Debian"
```

通过定义任务的Facts本地变量ansible_os_family（操作系统版本名称）是否为Debian，结果将返回BOOL类型值，为True时将执行上一条语句command: /sbin/shutdown-t now，为False时该条语句都不会触发。我们再看一个示例，通过判断一条命令执行结果做不同分支的二级处理。

```
tasks:
  - command: /bin/false
    register: result
    ignore_errors: True
  - command: /bin/something
    when: result|failed
  - command: /bin/something_else
    when: result|success
  - command: /bin/still/something_else
    when: result|skipped
```

“when: result|success”的意思为当变量result执行结果为成功状态时，将执行/bin/something_else命令，其他同理，其中success为Ansible内部过滤器方法，返回True代表命令运行成功。

9.11 循环

通常一个任务会做很多事情，如创建大量的用户、安装很多包，或重复轮询特定的步骤，直到某种结果条件为止，Ansible为我们提供了此支持。下面是一个简单的示例：

```
- name: add several users
  user: name={{ item }} state=present groups=wheel
  with_items:
    - testuser1
    - testuser2
```

这个示例实现了一个批量创建系统用户的功能，with_items会自动循环执行上面的语句“user: name={{item}} state=present groups=wheel”，循环的次数为with_items的元素个数，这里有2个元素，分别为testuser1、testuser2，会分别替换{{item}}项。这个示例与下面的示例是等价的：

```
- name: add user testuser1
  user: name=testuser1 state=present groups=wheel
- name: add user testuser2
  user: name=testuser2 state=present groups=wheel
```

当然，元素也支持字典的形式，如下：

```
- name: add several users
  user: name={{ item.name }} state=present groups={{ item.groups }}
  with_items:
    - { name: 'testuser1', groups: 'wheel' }
    - { name: 'testuser2', groups: 'root' }
```

循环也支持列表（List）的形式，不过是通过with_flattened语句来实现的，例如：

```
----
# file: roles/foo/vars/main.yml
packages_base:
  - [ 'foo-package', 'bar-package' ]
packages_apps:
  - [ ['one-package', 'two-package' ] ]
  - [ ['red-package'], ['blue-package'] ]
```

以上定义了两个列表变量，分别是需要安装的软件包名，以便后

面进行如下引用：

```
- name: flattened loop demo
yum:  name={{ item }} state=installed
with_flattened:
  - packages_base
  - packages_apps
```

通过使用`with_flattened`语句循环引用定义好的列表变量。

9.12 示例讲解

官网提供的Haproxy+LAMP+Nagios经典示例，也是目前国内最常用的技术架构，此案例访问地址为：https://github.com/ansible/ansible-examples/tree/master/lamp_haproxy。下面将对该示例进行详细说明，内容覆盖前面涉及的几乎所有知识点，起到温故的作用，同时作为对Ansible的总结内容。

下面介绍playbook的基本信息。

1.目录结构

示例playbook目录结构见图9-9。

```
[root@SN2013-08-020 ansible]# tree lamp_haproxy/
lamp_haproxy/
├── group_vars
│   ├── all
│   ├── dbservers
│   ├── lb_servers
│   └── web_servers
├── hosts
├── roles
│   ├── base-apache
│   │   └── tasks
│   │       └── main.yml
│   ├── common
│   │   ├── files
│   │   │   ├── epel.repo
│   │   │   └── RPM-GPG-KEY-EPEL-6
│   │   ├── handlers
│   │   │   └── main.yml
│   │   ├── tasks
│   │   │   └── main.yml
│   │   └── templates
│   │       ├── iptables.j2
│   │       └── ntp.conf.j2
│   ├── db
│   │   ├── handlers
│   │   │   └── main.yml
│   │   ├── tasks
│   │   │   └── main.yml
│   │   └── templates
│   │       └── my.cnf.j2
│   ├── haproxy
│   │   ├── handlers
│   │   │   └── main.yml
│   │   ├── tasks
│   │   │   └── main.yml
│   │   └── templates
│   │       └── haproxy.cfg.j2
│   ├── nagios
│   │   ├── files
│   │   │   ├── ansible-managed-services.cfg
│   │   │   ├── localhost.cfg
│   │   │   └── nagios.cfg
│   │   ├── handlers
│   │   │   └── main.yml
│   │   ├── tasks
│   │   │   └── main.yml
│   │   └── templates
│   │       ├── db_servers.cfg.j2
│   │       ├── lb_servers.cfg.j2
│   │       └── web_servers.cfg.j2
│   └── web
│       └── tasks
│           └── main.yml
└── site.yml
```

图9-9 示例目录结构

2.设备环境说明

两台Web主机、1台数据库主机、1台负载均衡器主机、1台监控主机，hosts配置如下：

【hosts】

```
[webservers]
web1
web2
[dbservers]
db1
[lbservers]
lb1
[monitoring]
nagios
```

3.palybook入口文件site.yml

需要注意的是base-apache角色，由于webservers及monitoring都需要部署Apache环境，为提高复用性，将部署Apache独立成base-apache角色。

【Site.yml】

```
---
- hosts:  all
  roles:
    - common
- hosts:  dbservers
  user:  root
  roles:
    - db
- hosts:  webservers
  user:  root
  roles:
    - base-apache
    - web
- hosts:  lbservers
  user:  root
  roles:
    - haproxy
- hosts:  monitoring
  user:  root
  roles:
    - base-apache
    - nagios
```

4.定义组变量

下面定义playbook全局变量，变量作用域为所有主机。

【group_vars/all】

```
---
# Variables here are applicable to all host groups
httpd_port: 80
ntpserver: 192.168.1.2
```

all文件定义了匹配所有主机作用域的变量，一般为系统公共类基础配置，如ntpserver地址、sysctl变量、iptables配置等。

下面为定义webservers组的变量，变量作用域为webservers组主机。

【group_vars/webservers】

```
---
# Variables for the web server configuration
# Ethernet interface on which the web server should listen.
# Defaults to the first interface. Change this to:
#
#   iface: eth1
#
# ...to override.
#
iface: '{{ ansible_default_ipv4.interface }}'
# this is the repository that holds our sample webapp
repository: https://github.com/bennojoy/mywebapp.git
# this is the shasum of V5 of the test webapp.
webapp_version: 351e47276cc66b018f4890a04709d4cc3d3edb0d
```

webservers文件定义了webservers组作用域的变量。本示例涉及Apache相关配置，其中“iface: '{{ansible_default_ipv4.interface}}'”引用了Facts获取的本地网卡接口名信息，另外定义了一个GitHub的repository，方便下载Web测试文件，如内部搭建git版本控制环境，此处也可以修成本地的服务地址。

下面为定义dbservers组的变量，变量作用域为dbservers组主机。

【group_vars/dbservers】

```
---
# The variables file used by the playbooks in the dbservers group.
# These don't have to be explicitly imported by vars_files: they are
# autopopulated.
mysqldservice: mysqld
mysql_port: 3306
```

```
dbuser: root
dbname: foodb
upassword: abc
```

dbservers文件定义了**dbservers**组作用域变量，本示例涉及MySQL数据库的基本应用信息。

下面为定义**lbserver**s组作用域变量文件，本示例主要涉及haproxy环境涉及的配置参数值。

【group_vars/lbserver】

```
---
# Variables for the HAProxy configuration
# HAProxy supports "http" and "tcp". For SSL, SMTP, etc, use "tcp".
mode: http
# Port on which HAProxy should listen
listenport: 8888
# A name for the proxy daemon, this will be the suffix in the logs.
daemonname: myapplb
# Balancing Algorithm. Available options:
# roundrobin, source, leastconn, source, uri
# (if persistence is required use, "source")
balance: roundrobin
# Ethernet interface on which the load balancer should listen
# Defaults to the first interface. Change this to:
#
# iface: eth1
#
# ...to override.
#
iface: '{{ ansible_default_ipv4.interface }}'
```

5.playbook角色详解

本示例划分了6个角色，包括base-apache、common、db、haproxy、nagios、web，分别对应6个功能环境部署，根据不同业务场景的需求，可以随意加、减角色，如将base-apache更换成nginx，然后在site.yml中引用。

(1) common角色

common的主要功能是部署、配置系统基础服务，包括yum源、安装nagios插件、NTP服务、iptables、SELinux等，任务（tasks）的定义如下：

【roles/common/tasks/main.yml】

```
---
# This role contains common plays that will run on all nodes.
- name: Create the repository for EPEL
  copy: src=epel.repo dest=/etc/yum.repos.d/epel.repo
- name: Create the GPG key for EPEL
  copy: src=RPM-GPG-KEY-EPEL-6 dest=/etc/pki/rpm-gpg
- name: install some useful nagios plugins
  yum: name={{ item }} state=present
  with_items:
    - nagios-nrpe
    - nagios-plugins-swap
    - nagios-plugins-users
    - nagios-plugins-procs
    - nagios-plugins-load
    - nagios-plugins-disk
- name: Install ntp
  yum: name=ntp state=present
  tags: ntp
- name: Configure ntp file
  template: src=ntp.conf.j2 dest=/etc/ntp.conf
  tags: ntp
  notify: restart ntp
- name: Start the ntp service
  service: name=ntpd state=started enabled=true
  tags: ntp
- name: insert iptables template
  template: src=iptables.j2 dest=/etc/sysconfig/iptables
  notify: restart iptables
- name: test to see if selinux is running
  command: getenforce
  register: sestatus
  changed_when: false
```

上述代码定义了两个远程文件复制copy，其中src（源文件）的默认位置在roles/common/files，使用with_item标签实现循环安装nagios插件，同时安装ntp服务，引用模块文件roles/common/templatesntp.conf.j2，且同步到目标主机/etc/ntp.conf位置。配置系统iptables，引用roles/common/templates/iptables.j2模板，“notify: restart iptables”，状态或模板发生变化时将通知处理程序（handlers）来处理。“command: getenforce”运行getenforce来检测selinux是否在运行状态，“changed_when: false”作用为不记录命令运行结果的changed状态，即changed为False。

下面定义common角色的处理程序。

【roles/common/handlers/main.yml】

```
---
# Handlers for common notifications
```

```
- name: restart ntp
  service: name=ntpd state=restarted
- name: restart iptables
  service: name=iptables state=restarted
```

上述代码定义了两个处理程序，功能分别为重启ntp、iptables服务，其中“name: restart ntp”与任务（tasks）定义中的“notify: restart ntp”是一一对应的，“name: restart iptables”同理。

下面定义了common角色iptables的配置模板：

【roles/common/templates/iptables.j2】

```
{% if (inventory_hostname in groups['webservers']) or
(inventory_hostname in groups['monitoring']) %}
-A INPUT -p tcp --dport 80 -j ACCEPT
{% endif %}
...
{% for host in groups['monitoring'] %}
-A INPUT -p tcp -s {{ hostvars[host].ansible_default_ipv4.address }} --
dport 5666 -j ACCEPT
{% endfor %}
```

“inventory_hostname”作为存放在Ansible的inventory文件中的主机名或IP，好处是可以不依靠Facts的主机名参数ansible_hostname或其他原因，一般情况下inventory_hostname等于ansible_hostname，但有时候我们习惯在Ansible的inventory中使用IP地址，而ansible_hostname则返回主机名。模板使用了jinja2的语法，本例if...endif语句判断当前的inventory_hostname是否在webservers及monitoring组中（定义具体在hosts文件中），条件成立则添加80端口访问权限（-A INPUT-p tcp--dport 80-j ACCEPT）。For...endfor语句实现了循环开通允许monitoring组主机访问5666端口，使用hostvars[host]得到主机对象，可以获得主机的Facts信息，如hostvars[host].ansible_default_ipv4.address获取主机IP。

（2）haproxy角色

haproxy角色主要实现了haproxy平台的部署、配置功能，任务（tasks）的定义：

【roles/haproxy/tasks】

```
---
# This role installs HAProxy and configures it.
- name: Download and install haproxy and socat
```



```
yum: name={{ item }} state=present
with_items:
- haproxy
- socat
- name: Configure the haproxy cnf file with hosts
  template: src=haproxy.cfg.j2 dest=/etc/haproxy/haproxy.cfg
  notify: restart haproxy
```

任务（tasks）定义了两个功能，一为安装，二为同步配置文件，安装使用了yum模块，循环安装haproxy、socat两个工具，同时根据配置参数渲染roles/haproxy/templates/haproxy.cfg.j2模板文件，完成后同步到目标主机/etc/haproxy/haproxy.cfg位置，状态发生变化时重启haproxy服务，使之生效。

下面定义了haproxy角色haproxy.cfg的配置模板：

【roles/haproxy/templates/haproxy.cfg.j2】

```
... ..
backend app
    {% for host in groups['lb_servers'] %}
        listen {{ daemonname }} {{ hostvars[host]['ansible_' +
iface].ipv4.
address }}: {{ listenport }}
    {% endfor %}
    balance {{ balance }}
    {% for host in groups['web_servers'] %}
        server {{ hostvars[host].ansible_hostname }} {{ hostvars[host]
['ansible_' + iface].ipv4.address }}: {{ httpd_port }}
    {% endfor %}
```

{{hostvars[host]['ansible_' + iface].ipv4.address}}实现了获取网卡名变量iface（group_vars/lb_servers中定义）的IPv4 IP地址。

（3）web角色

web角色主要实现了php、php-mysql、git平台部署及SELinux的配置功能，任务（tasks）的定义如下：

【roles/web/tasks/main.yml】

```
---
# httpd is handled by the base-apache role upstream
- name: Install php and git
  yum: name={{ item }} state=present
  with_items:
    - php
```

```
- php-mysql
- git
- name: Configure SELinux to allow httpd to connect to remote database
  seboolean: name=httpd_can_network_connect_db state=true persistent=yes
  when: sestatus.rc != 0
- name: Copy the code from repository
  git: repo={{ repository }} version={{ webapp_version }}
  dest=/var/www/html/
```

判断sestatus变量（roles/common/tasks/main.yml中定义）返回的rc（运行代码）不等于0（失败）则配置selinux httpd访问远程数据库的权限，使用的是Ansible的seboolean模块，该条语句等价于命令行“setsebool httpd_can_network_connect_db 1”，其中“persistent=yes”表示开机自启动。

（4）nagios角色

nagios角色主要实现了nagios监控平台的部署，重点介绍任务（tasks）的定义：

【roles/nagios/tasks/main.yml】

```
... ..
- name: create the nagios object files
  template: src={{ item + ".j2" }}
            dest=/etc/nagios/ansible-managed/{{ item }}
  with_items:
    - webservers.cfg
    - dbservers.cfg
    - lbservers.cfg
  notify: restart nagios
```

template分发多个模板文件时可以使用with_items来循环同步，变量与字符使用“+”号连接（具体见jinja2语法）。

理解以上4个角色的定义后，再理解ansible-examples其他playbook的内容已经没有太大的困难，本书将不一一说明。



参考提示

·9.1节YAML语法介绍参考<http://zh.wikipedia.org/zh-cn/YAML>。

·9.2节~9.11节Ansible介绍及示例参考<http://docs.ansible.com>官网文

档。

第10章 集中化管理平台Saltstack详解

Saltstack (<http://www.saltstack.com/>) 是一个服务器基础架构集中化管理平台，开始于2011年的一个项目，具备配置管理、远程执行、监控等功能，一般可以理解成简化版的puppet (<http://puppetlabs.com/>) 和加强版的func (<https://fedorahosted.org/func/>)。Saltstack基于Python语言实现，结合轻量级消息队列（ZeroMQ）与Python第三方模块（Pyzmq、PyCrypto、Pyjinja2、python-msgpack和PyYAML等）构建。Saltstack具备如下特点。

- 部署简单、方便。
- 支持大部分UNIX/Linux及Windows环境。
- 主从集中化管理。
- 配置简单、功能强大、扩展性强。
- 主控端（master）和被控制端（minion）基于证书认证，安全可靠。
- 支持API及自定义模块，可通过Python轻松扩展。

通过部署Saltstack环境，我们可以在成千上万台服务器上做到批量执行命令，根据不同业务特性进行配置集中化管理、分发文件、采集服务器数据、操作系统基础及软件包管理等，因此，Saltstack是运维人员提高工作效率、规范业务配置与操作的利器。目前Saltstack已经趋向成熟，用户群及社区活跃度都不错，同时官方也开放了不少子项目，具体可访问<https://github.com/saltstack>获得。

为了方便读者更系统化地了解Saltstack的技术点，本章将针对相关技术点详细展开介绍。

10.1 Saltstack的安装

Saltstack的不同角色服务安装非常简单，建议读者采用yum源方式来实现部署，下面介绍具体步骤。

10.1.1 业务环境说明

为了方便读者理解，笔者通过虚拟化环境部署了两组业务功能服务器来进行演示，操作系统版本为CentOS release 6.4，自带Python 2.6.6。相关服务器信息如表10-1所示（CPU核数及Nginx根目录的差异化是为方便演示生成动态配置的需要）。

表10-1 环境说明表

角色	Id (minion id)	IP	Groupsnode (组名)	Cpus (核数)	Web Root(Nginx 根目录)
Master	SN2013-08-020	192.168.1.20	—	—	—
minion	SN2012-07-010	192.168.1.10	web1group	2	/www
minion	SN2012-07-011	192.168.1.11	web1group	4	/www
minion	SN2012-07-012	192.168.1.12	web1group	2	/www
minion	SN2013-08-021	192.168.1.21	web2group	2	/data
minion	SN2013-08-022	192.168.1.22	web2group	2	/data

10.1.2 安装EPEL

由于目前RHEL官网yum源还没有Saltstack的安装包支持，因此先安装EPEL作为部署Saltstack的默认yum源。

- RHEL（CentOS）5版本：rpm-Uvh下载地址：
<http://mirror.pnl.gov/epel/5/i386/epel-release-5-4.noarch.rpm>
- RHEL（CentOS）6版本：rpm-Uvh下载地址：
<http://ftp.linux.ncsu.edu/pub/epel/6/i386/epel-release-6-8.noarch.rpm>

10.1.3 安装Saltstack

（1）主服务器安装（主控端）

```
#yum install salt-master -y
#chkconfig salt-master on
```

```
#service salt-master start
```

(2) 从服务器安装（被控端）

```
#yum install salt-minion -y
#chkconfig salt-minion on
#service salt-minion start
```

10.1.4 Saltstack防火墙配置

在主控端添加TCP 4505、TCP 4506的规则，而在被控端无须配置防火墙，原理是被控端直接与主控端的zeromq建立长链接，接收广播到的任务信息并执行，具体操作是添加两条iptables规则：

```
iptables -I INPUT -m state --state new -m tcp -p tcp --dport 4505 -j
ACCEPT
iptables -I INPUT -m state --state new -m tcp -p tcp --dport 4506 -j
ACCEPT
```

10.1.5 更新Saltstack配置及安装校验

Saltstack分两种角色，一种为master（主控端），另一种为minion（被控端），安装完毕后需要对两种角色的配置文件进行修改，下面具体说明。

(1) master主控端配置

1) 更新主控端关键项配置：

【/etc/salt/master】

```
#绑定Master通信IP;
interface: 192.168.1.20
#自动认证，避免手动运行salt-key来确认证书信任;
auto_accept: True
#指定Saltstack文件根目录位置
file_roots:
  base:
    - /srv/salt
```

2) 重启saltstack salt-master服务使新配置生效，具体执行以下命令：

```
#service salt-master restart
```

(2) minion被控端配置

1) 更新被控端关键项配置：

【/etc/salt/minion】

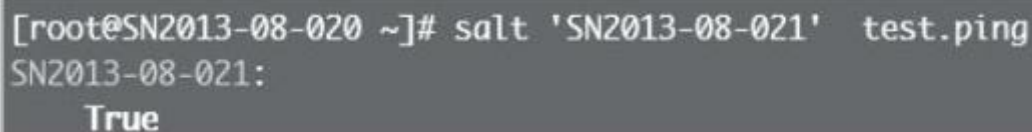
```
#指定master主机IP地址
master: 192.168.1.20
#修改被控端主机识别id，建议使用操作系统主机名来配置
id: SN2013-08-021
```

2) 重启saltstack salt-minion服务使新配置生效，具体执行以下命令：

```
service salt-minion restart
```

(3) 校验安装结果

通过test模块的ping方法，可以确认指定被控端设备与主控端是否建立信任关系及连通性是否正常，探测所有被控端采用'*'来代替'SN2013-08-021'即可，具体如图10-1所示。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-021' test.ping
SN2013-08-021:
True
```

图10-1 测试安装主机的连通性



提示 当/etc/salt/master没有配置auto_accept: True时，需要通过salt-key命令来进行证书认证操作，具体操作如下：

·salt-key-L，显示已经或未认证的被控端id，Accepted Keys为已认证清单，Unaccepted Keys为未认证清单；

- salt-key-D, 删除所有认证主机id证书;
- salt-key-d id, 删除单个id证书;
- salt-key-A, 接受所有id证书请求;
- salt-key-a id, 接受单个id证书请求。

10.2 利用Saltstack远程执行命令

Saltstack的一个比较突出优势是具备执行远程命令的功能，操作及方法与func（<https://fedorahosted.org/func/>）相似，可以帮助运维人员完成集中化的操作平台。

命令格式：salt'<操作目标>'<方法>[参数]

示例：查看被控主机的内存使用情况，如图10-2所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-021' cmd.run 'free -m'
SN2013-08-021:
      total      used      free      shared  buffers    cached
Mem:      482      446       35         0        47        20
-/+ buffers/cache:      378      104
Swap:     1023       27      996
```

图10-2 查看“SN2013-08-021”主机内存使用

其中针对<操作目标>，Saltstack提供了多种方法对被控端主机（id）进行过滤。下面列举常用的具体参数。

1) -E, --pcre，通过正则表达式进行匹配。示例：控测SN2013字符开头的主机id名是否连通，命令：salt-E'^SN2013.*'test.ping，运行结果如图10-3所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt -E '^SN2013.*' test.ping
SN2013-08-021:
    True
SN2013-08-022:
    True
```

图10-3 正则匹配主机的连通性

2) -L, --list，以主机id名列表的形式进行过滤，格式与Python的列表相似，即不同主机id名称使用逗号分隔。示例：获取主机id名为SN2013-08-021、SN2013-08-022；获取完整操作系统发行版名称，命令：salt-L'SN2013-08-021, SN2013-08-022'grains.item osfullname，运行结果如图10-4所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt -L 'SN2013-08-021,SN2013-08-022' grains.item osfullname
SN2013-08-021:
  osfullname: CentOS
SN2013-08-022:
  osfullname: CentOS
```

图10-4 列表形式匹配主机的操作系统类型

3) -G, --grain, 根据被控主机的grains (10.4节详解) 信息进行匹配过滤, 格式为'<grain value>: <glob expression>', 例如, 过滤内核为Linux的主机可以写成'kernel: Linux', 如果同时需要正则表达式的支持可切换成--grain-pcre参数来执行。示例: 获取主机发行版本号为6.4的Python版本号, 命令: salt-G'osrelease: 6.4'cmd.run'python-V', 运行结果如图10-5所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt -G 'osrelease:6.4' cmd.run 'python -V'
SN2013-08-021:
  Python 2.6.6
SN2013-08-022:
  Python 2.6.6
```

图10-5 grain形式匹配主机的Python版本

4) -I, --pillar, 根据被控主机的pillar (10.5节详解) 信息进行匹配过滤, 格式为“对象名称: 对象值”, 例如, 过滤所有具备'apache: httpd'pillar值的主机。示例: 探测具有“nginx: root: /data”信息的主机连通性, 命令: salt-I'nginx: root: /data'test.ping, 运行结果如图10-6所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt -I 'nginx:root:/data' test.ping
SN2013-08-021:
  True
SN2013-08-022:
  True
```

图10-6 pillar形式匹配主机的连通性

其中pillar属性配置文件如下 (关于pillar后面10.5单独进行说明):

```
nginx:
  root: /data
```

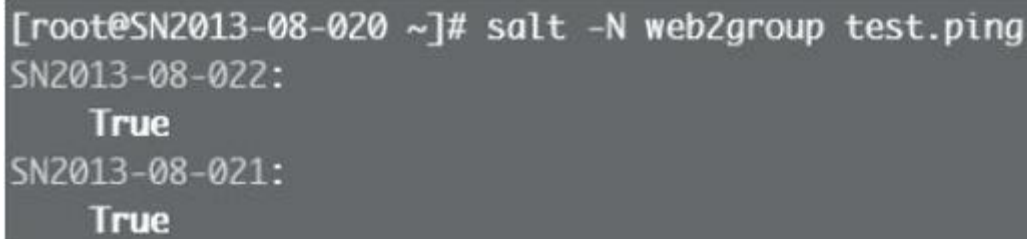
5) -N, --nodegroup, 根据主控端master配置文件中的分组名称进行过滤。以笔者定义的组为例 (主机信息支持正则表达式、grain、条件运算符等), 通常根据业务类型划分, 不同业务具备相同的特点, 包括部署环境、应用平台、配置文件等。举例分组配置信息如下:

【/etc/salt/master】

```
nodegroups:
  web1group: 'L@SN2012-07-010, SN2012-07-011, SN2012-07-012'
  web2group: 'L@SN2013-08-021, SN2013-08-022'
```

其中，L@表示后面的主机id格式为列表，即主机id以逗号分隔；G@表示以grain格式描述；S@表示以IP子网或地址格式描述。

示例：探测web2group被控主机的连通性，其命令为：salt-N web2group test.ping，运行结果如图10-7所示。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt -N web2group test.ping
SN2013-08-022:
  True
SN2013-08-021:
  True
```

图10-7 分组形式（nodegroup）匹配主机的连通性

6) -C, --compound, 根据条件运算符not、and、or去匹配不同规则的主机信息。示例：探测SN2013开头并且操作系统版本为CentOS的主机连通性，命令如下：

```
salt -C 'E@^SN2013.* and G@os: Centos' test.ping
```

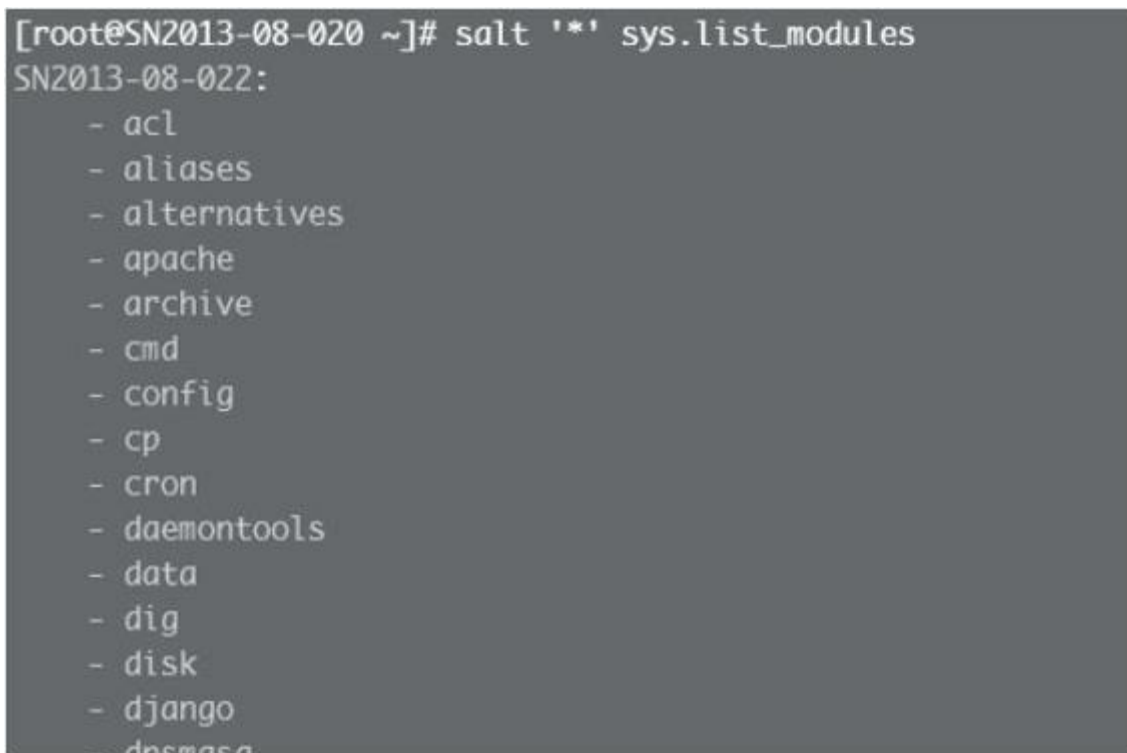
其中，not语句不能作为第一个条件执行，不过可以通过以下方法来规避，示例：探测非SN2013开头的主机连通性，其命令为：salt-C '*and not E@^SN2013.*'test.ping。

7) -S, --ipcidr, 根据被控主机的IP地址或IP子网进行匹配，示例如下：

```
salt -S 192.168.0.0/16 test.ping
salt -S 192.168.1.10 test.ping
```

10.3 Saltstack常用模块及API

Saltstack提供了非常丰富的功能模块，涉及操作系统的基础功能、常用工具支持等，更多模块信息见官网模块介绍：<http://docs.saltstack.com/ref/modules/all/index.html>。当然，也可以通过sys模块列出当前版本支持的模块，如图10-8所示。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt '*' sys.list_modules
SN2013-08-022:
- acl
- aliases
- alternatives
- apache
- archive
- cmd
- config
- cp
- cron
- daemontools
- data
- dig
- disk
- django
- dnsmasq
```

图10-8 所有主机Saltstack支持的模块清单（部分截图）

接下来抽取出常见的模块进行介绍，同时也会列举模块API使用方法。API的原理是通过调用master client模块，实例化一个LocalClient对象，再调用cmd（）方法来实现的。以下是API实现test.ping的示例：

```
import salt.client
client = salt.client.LocalClient()
ret = client.cmd('*', 'test.ping')
print ret
```

结果以一个标准的Python字典形式的字符串返回，可以通过eval（）函数转换成Python的字典类型，方便后续的业务逻辑处理，程序运行结果如下：

```
{ 'SN2013-08-022': True, 'SN2013-08-021': True }
```



提示 将字符字典转换成Python的字典类型，推荐使用ast模块的literal_eval（）方法，可以过滤表达式中的恶意函数。

（1）Archive模块

1）功能：实现系统层面的压缩包调用，支持gunzip、gzip、rar、tar、unrar、unzip等。

2）示例：

```
#采用gzunzip解压/tmp/sourcefile.txt.gz包
salt '*' archive.gunzip /tmp/sourcefile.txt.gz
#采用gzip压缩/tmp/sourcefile.txt文件
salt '*' archive.gzip /tmp/sourcefile.txt
```

3）API调用：

```
client.cmd('*', ' archive.gunzip', ['/tmp/sourcefile.txt.gz '])
```

（2）cmd模块

1）功能：实现远程的命令行调用执行（默认具备root操作权限，使用时需评估风险）。

2）示例：

```
#获取所有被控主机的内存使用情况
salt '*' cmd.run "free -m"
#在SN2013-08-021主机运行test.sh脚本，其中script/test.sh存放在file_roots指定的目录，
#该命令会做两个动作：首先同步test.sh到minion的cache目录（如同步到/var/cache/salt/
#minion/files/base/script/test.sh）；其次运行该脚本
'SN2013-08-021' cmd.script salt: //script/test.sh
```

3）API调用：

```
client.cmd('SN2013-08-021', 'cmd.run', ['free -m'])
```

（3）cp模块

1) 功能：实现远程文件、目录的复制，以及下载URL文件等操作。

2) 示例：

```
#将指定被控主机的/etc/hosts文件复制到被控主机本地的salt cache目录
(/var/cache/salt/minion/localfiles/);
salt '*' cp.cache_local_file /etc/hosts
#将主服务器file_roots指定位置下的目录复制到被控主机
salt '*' cp.get_dir salt: //path/to/dir/ /minion/dest
#将主服务器file_roots指定位置下的文件复制到被控主机
salt '*' cp.get_file salt: //path/to/file /minion/dest
#下载URL内容到被控主机指定位置
salt '*' cp.get_url http: //www.slashdot.org /tmp/index.html
```

3) API调用：

```
client.cmd('SN2013-08-021', 'cp.get_file', [' salt: //path/to/file ', '/minion/dest'])
```

(4) cron模块

1) 功能：实现被控主机的crontab操作。

2) 示例：

```
#查看指定被控主机、root用户的crontab清单
salt 'SN2013-08-022' cron.raw_cron root
#为指定的被控主机、root用户添加/usr/local/weekly任务作业
salt 'SN2013-08-022' cron.set_job root '*' '*' '*' '*' 1 /usr/local/weekly
#删除指定的被控主机、root用户crontab的/usr/local/weekly任务作业
salt 'SN2013-08-022' cron.rm_job root /usr/local/weekly
```

3) API调用：

```
client.cmd('SN2013-08-021', 'cron.set_job', ['root', '*', '*', '*', '*', '*', '/usr/echo'])
```

(5) dnstool模块

1) 功能：实现被控主机通用DNS相关操作。

2) 示例：

```
#添加指定被控主机hosts的主机配置项
salt '*' dnsutil.hosts_append /etc/hosts 127.0.0.1 ad1.yuk.com,
ad2.yuk.com
#删除指定被控主机hosts的主机配置项
salt '*' dnsutil.hosts_remove /etc/hosts ad1.yuk.com
```

3) API调用:

```
client.cmd('*', 'dnsutil.hosts_append',
['/etc/hosts', '127.0.0.1', 'ad1.yuk.co'])
```

(6) file模块

1) 功能: 被控主机文件常见操作, 包括文件读写、权限、查找、校验等。

2) 示例:

```
#校验所有被控主机/etc/fstab文件的md5是否为6254e84e2f6ffa54e0c8d9cb230f5505, 一致
则返回True
salt '*' file.check_hash /etc/fstab md5=6254e84e2f6ffa54e0c8d9cb230f5505
#校验所有被控主机文件的加密信息、支持md5、sha1、sha224、sha256、sha384、sha512加密算
法
salt '*' file.get_sum /etc/passwd md5
#修改所有被控主机/etc/passwd文件的属组、用户权限, 等价于chown root: root
/etc/passwd
salt '*' file.chown /etc/passwd root root
#复制所有被控主机本地/path/to/src文件到本地的/path/to/dst文件
salt '*' file.copy /path/to/src /path/to/dst
#检查所有被控主机/etc目录是否存在, 存在则返回True, 检查文件是否存在使用
file.file_exists方法
salt '*' file.directory_exists /etc
#获取所有被控主机/etc/passwd的stats信息
salt '*' file.stats /etc/passwd
#获取所有被控主机/etc/passwd的权限mode, 如755、644
salt '*' file.get_mode /etc/passwd
#修改所有被控主机/etc/passwd的权限mode为0644
salt '*' file.set_mode /etc/passwd 0644
#在所有被控主机创建/opt/test目录
salt '*' file.mkdir /opt/test
#将所有被控主机/etc/httpd/httpd.conf文件的LogLevel参数的warn值修改成info
salt '*' file.sed /etc/httpd/httpd.conf 'LogLevel warn' 'LogLevel info'
#给所有被控主机的/tmp/test/test.conf文件追加内容"maxclient 100"
salt '*' file.append /tmp/test/test.conf "maxclient 100"
#删除所有被控主机的/tmp/foo文件
salt '*' file.remove /tmp/foo
```

3) API调用:

```
client.cmd('*', 'file.remove', ['/tmp/foo'])
```

(7) iptables模块

1) 功能：被控主机iptables支持。

2) 示例：

```
#在所有被控端主机追加 (append)、插入 (insert) iptables规则，其中INPUT为输入链
salt '*' iptables.append filter INPUT rule='-m state --state RELATED,
ESTABLISHED -j ACCEPT'
salt '*' iptables.insert filter INPUT position=3 rule='-m state --state
RELATED, ESTABLISHED -j ACCEPT'
#在所有被控端主机删除指定链编号为3 (position=3) 或指定存在的规则
salt '*' iptables.delete filter INPUT position=3
salt '*' iptables.delete filter INPUT rule='-m state --state RELATED,
ESTABLISHED -j ACCEPT'
#保存所有被控端主机规则到本地硬盘 (/etc/sysconfig/iptables)
salt '*' iptables.save /etc/sysconfig/iptables
```

3) API调用：

```
client.cmd ('SN2013-08-022', 'iptables.append',
['filter', 'INPUT', 'rule=\'-p tcp --sport 80 -j ACCEPT\''])
```

(8) netwrok模块

1) 功能：返回被控主机网络信息。

2) 示例：

```
#在指定被控主机'SN2013-08-022'获取dig、ping、traceroute目录域名信息
salt 'SN2013-08-022' network.dig www.qq.com
salt 'SN2013-08-022' network.ping www.qq.com
salt 'SN2013-08-022' network.traceroute www.qq.com
#获取指定被控主机'SN2013-08-022'的MAC地址
salt 'SN2013-08-022' network.hwaddr eth0
#检测指定被控主机'SN2013-08-022'是否属于10.0.0.0/16子网范围，属于则返回True
salt 'SN2013-08-022' network.in_subnet 10.0.0.0/16
#获取指定被控主机'SN2013-08-022'的网卡配置信息
salt 'SN2013-08-022' network.interfaces
#获取指定被控主机'SN2013-08-022'的IP地址配置信息
salt 'SN2013-08-022' network.ip_addrs
#获取指定被控主机'SN2013-08-022'的子网信息
salt 'SN2013-08-022' network.subnets
```

3) API调用：

```
client.cmd('SN2013-08-022', 'network.ip_addrs')
```

(9) pkg包管理模块

1) 功能：被控主机程序包管理，如yum、apt-get等。

2) 示例：

```
#为所有被控主机安装PHP环境，根据不同系统发行版调用不同安装工具进行部署，如redhat平台的yum，等价于yum -y install php
salt '*' pkg.install php
#卸载所有被控主机的PHP环境
salt '*' pkg.remove php
#升级所有被控主机的软件包
salt '*' pkg.upgrade
```

3) API调用：

```
client.cmd('SN2013-08-022', 'pkg.remove', ['php'])
```

(10) Service服务模块

1) 功能：被控主机程序包服务管理。

2) 示例：

```
#开启(enable)、禁用(disable)nginx开机自启动服务
salt '*' service.enable nginx
salt '*' service.disable nginx
#针对nginx服务的reload、restart、start、stop、status操作
salt '*' service.reload nginx
salt '*' service.restart nginx
salt '*' service.start nginx
salt '*' service.stop nginx
salt '*' service.status nginx
```

3) API调用：

```
client.cmd('SN2013-08-022', 'service.stop', ['nginx'])
```

(11) 其他模块

通过上面介绍的10个常用模块，基本上已经覆盖日常运维操作。Saltstack还提供了user（系统用户模块）、group（系统组模块）、

`partition`（系统分区模块）、`puppet`（`puppet`管理模块）、`system`（系统重启、关机模块）、`timezone`（时区管理模块）、`nginx`（`Nginx`管理模块）、`mount`（文件系统挂载模块），等等，更多内容见官网介绍：<http://docs.saltstack.com/ref/modules/all/index.html#all-salt-modules>。当然，我们也可以通过`Python`扩展功能模块来满足需求。

10.4 grains组件

grains是Saltstack最重要的组件之一，grains的作用是收集被控主机的基本信息，这些信息通常都是一些静态类的数据，包括CPU、内核、操作系统、虚拟化等，在服务器端可以根据这些信息进行灵活定制，管理员可以利用这些信息对不同业务进行个性化配置。官网提供的用来区分不同操作系统的示例如下（采用jinja模板）：

```
{% if grains['os'] == 'Ubuntu' %}
host:  {{ grains['host'] }}
{% elif grains['os'] == 'CentOS' %}
host:  {{ grains['fqdn'] }}
{% endif %}
```

示例中CentOS发行版主机将被“host: {{grains['fqdn']}}”匹配，以主机SN2013-08-022（centOS 6.4）为例，最终得到“host: SN2013-08-022”。同时，命令行的匹配操作系统发行版本为CentOS的被控端可以通过-G参数来过滤，如salt-G'os: CentOS'test.ping。

10.4.1 grains常用操作命令

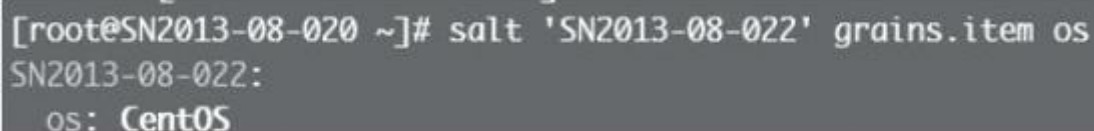
匹配内核版本为2.6.32-358.14.1.el6.x86_64的主机：

```
salt -G 'kernelrelease: 2.6.32-358.14.1.el6.x86_64' cmd.run 'uname -a'
```

获取所有主机的grains项信息：

```
salt '*' grains.ls
```

当然，也可以获取主机单项grains数据，如获取操作系统发行版本，执行命令：salt'SN2013-08-022'grains.item os，结果如图10-9所示。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-022' grains.item os
SN2013-08-022:
  os: CentOS
```

图10-9 根据grains获取主机操作系统发行版本信息

获取主机id为“SN2013-08-022”的所有grains键及值信息，执行命令

如图10-10所示。

10.4.2 定义grains数据

定义grains数据的方法有两种，其中一种为在被控主机定制配置文件，另一种是通过主控端扩展模块API实现，区别是模块更灵活，可以通过Python编程动态定义，而配置文件只适合相对固定的键与值。下面分别举例说明。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-022' grains.items
SN2013-08-022:
  a: 1024
  biosreleasedate: 07/02/2012
  biosversion: 6.00
  cabinet: 13
  cpu_flags: fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush
  s xtopology tsc_reliable nonstop_tsc aperfmperf unfair_spinlock pni pclmulqdq ssse3 cx16 pcid
  s fsgsbase smep
  cpu_model: Intel(R) Pentium(R) CPU G2030 @ 3.00GHz
  cpuarch: x86_64
  defaultencoding: UTF8
  defaultlanguage: en_US
  deployment: datacenter4
  domain:
  fqdn: SN2013-08-022
  gpus:
    {'model': 'SVGA II Adapter', 'vendor': 'unknown'}
  host: SN2013-08-022
  id: SN2013-08-022
  ip_interfaces: {'lo': ['127.0.0.1'], 'eth0': ['192.168.1.22']}
  ipv4:
    127.0.0.1
    192.168.1.22
  kernel: Linux
  kernelrelease: 2.6.32-358.18.1.el6.x86_64
  localhost: SN2013-08-022
  manufacturer: VMware, Inc.
  master: 192.168.1.20
  max_open_file: 65535
```

图10-10 获取主机所有grains信息（部分截图）

1.被控端主机定制grains数据

SSH登录一台被控主机，如SN2013-08-022，配置文件定制的路径为/etc/salt/minion，参数为default_include: minion.d/*.conf，具体操作如下：

【/etc/salt/minion.d/hostinfo.conf】

```
grains:
  roles:
    - webserver
    - memcache
  deployment: datacenter4
```

重启被控主机salt-minion服务，使之生效：service salt-minion restart。验证结果在主控端主机运行：salt'SN2013-08-022'grains.item roles deployment cabinet，观察配置的键与值，如图10-11所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-022' grains.item roles deployment cabinet
SN2013-08-022:
  cabinet: 13
  deployment: datacenter4
  roles:
    webserver
    memcache
```

图10-11 定制grains数据信息

2.主控端扩展模块定制grains数据

首先在主控端编写Python代码，然后将该Python文件同步到被控主机，最后刷新生效（即编译Python源码文件成字节码pyc）。在可控端bash目录（见/etc/salt/master配置文件的file_roots项，默认的base配置在/srv/salt）下生成_grains目录，执行install-d/srv/salt/_grains开始编写代码，实现获取被控主机系统允许最大打开文件数（ulimit-n）的grains数据。

【/srv/salt/_grains/sysprocess.py】

```
import os, sys, commands
def Grains_openfile():
    '''
    return os max open file of grains value
    '''
    grains = {}
    #init default value
    _open_file=65536
    try:
        getulimit=commands.getstatusoutput('source /etc/profile; ulimit -n')
    except Exception, e:
        pass
    if getulimit[0]==0:
        _open_file=int(getulimit[1])
    grains['max_open_file'] = _open_file
    return grains
```

上面代码的说明如下。

- grains_openfile（）定义一个获取最大打开文件数的函数，函数名

称没有要求，符合Python的函数命名规则即可；

·grains={}初始化一个grains字典，变量名一定要用grains，以便Saltstack识别；

·grains['max_open_file']=_open_file将获取的Linux ulimit-n的结果值赋予grains['max_open_file']，其中“max_open_file”就是grains的项，_open_file就是grains的值。

最后同步模块到指定被控端主机并刷新生效，因为grains比较适合采集静态类的数据，比如硬件、内核信息等。当有动态类的功能需求时，需要提行刷新，具体操作如下：

同步模块salt'SN2013-08-022'saltutil.sync_all，看看“SN2013-08-022”主机上发生了什么？文件已经同步到minion cache目录中，如下：

```
/var/cache/salt/minion/extmods/grains/grains_openfile.py
/var/cache/salt/minion/files/base/_grains/grains_openfile.py
```

/var/cache/salt/minion/extmods/grains/为扩展模块文件最终存放位置，刷新模块后将在同路径下生成字节码pyc；/var/cache/salt/minion/files/base/_grains/为临时存放位置。

刷新模块salt'SN2013-08-022'sys.reload_modules，再看看主机发生了什么变化？在/var/cache/salt/minion/extmods/grains/位置多了一个编译后的字节码文件grains_openfile.pyc文件，为Python可执行的格式。

```
/var/cache/salt/minion/extmods/grains/grains_openfile.py
/var/cache/salt/minion/extmods/grains/grains_openfile.pyc
/var/cache/salt/minion/files/base/_grains/grains_openfile.py
```

校验结果为可以在主控端查看grains信息，执行salt'SN2013-08-022'grains.item max_open_file，结果显示“max_open_file: 65535”，这就是前面定制的主机grains信息。

```
SN2013-08-022:
  max_open_file: 65535
```

10.5 pillar组件

pillar也是Saltstack最重要的组件之一，其作用是定义与被控主机相关的任何数据，定义好的数据可以被其他组件使用，如模板、state、API等。在pillar中定义的数据与不同业务特性的被控主机相关联，这样不同被控主机只能看到自己匹配的数据，因此pillar安全性很高，适用于一些比较敏感的数据，这也是区别于grains最关键的一点，如定义不同业务组主机的用户id、组id、读写权限、程序包等信息，定义的规范是采用Python字典形式，即键/值，最上层的键一般为主机的id或组名称。下面详细描述如何进行pillar的定义和使用。

10.5.1 pillar的定义

1.主配置文件定义

Saltstack默认将主控端配置文件中的所有数据都定义到pillar中，而且对所有被控主机开放，可通过修改/etc/salt/master配置中的pillar_opts: Ture或False来定义是否开启或禁用这项功能，修改后执行salt'*pillar.data'来观察效果。图10-12为pillar_opts: Ture的返回结果，以主机“SN2013-08-022”为例，执行salt'SN2013-08-022'pillar.data。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-022' pillar.data
SN2013-08-022:
-----
master:
-----
  auth_mode:
    1
  auto_accept:
    True
  cachedir:
    /var/cache/salt/master
  client_acl:
    -----
  client_acl_blacklist:
    -----
  cluster_masters:
  cluster_mode:
    paranoid
  conf_file:
    /etc/salt/master
  config_dir:
    /etc/salt
  cython_enable:
    False
  daemon:
    True
  default_include:
    master.d/*.conf
  enforce_mine_cache:
    False
```

图10-12 主机所有pillar信息（部分截图）

2.SLS文件定义

pillar支持在sls文件中定义数据，格式须符合YAML规范，与Saltstack的state组件十分相似，新人容易将两者混淆，两者文件的配置格式、入口文件top.sls都是一致的。下面详细介绍pillar使用sls定义的配置过程。

（1）定义pillar的主目录

修改主配置文件/etc/salt/master的pillar_roots参数，定义pillar的主目录，格式如下：

```
pillar_roots:
  base:
    - /srv/pillar
```

同时创建pillar目录，执行命令：`install-d/srv/pillar`。

（2）定义入口文件top.sls

入口文件的作用一般是定义pillar的数据覆盖被控主机的有效域范围，“*”代表任意主机，其中包括了一个data.sls文件，具体内容如下：

【/srv/pillar/top.sls】

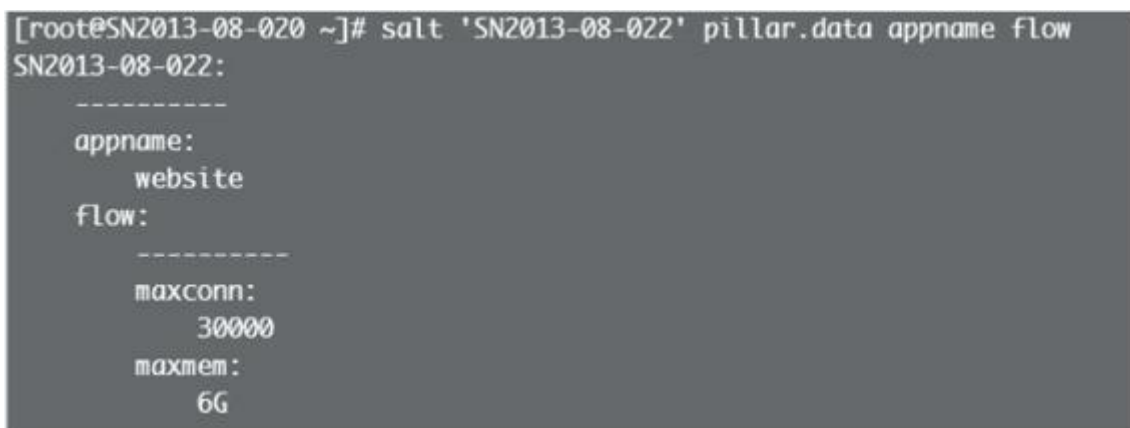
```
base:
  '*':
    - data
```

【/srv/pillar/data.sls】

```
appname:  website
flow:
  maxconn:  30000
  maxmem:   6G
```

（3）校验pillar

通过查看“N2013-08-022”主机的pillar数据，可以看到多出了data.sls数据项，原因是我们定义top.sls时使用“*”覆盖了所有主机，这样当查看“SN2013-08-022”的pillar数据时可以看到我们定义的数据，如图10-13所示，如果结果不符合预期，可以尝试刷新被控主机pillar数据，运行`salt '*' saltutil.refresh_pillar`即可。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-022' pillar.data appname flow
SN2013-08-022:
-----
appname:
  website
flow:
-----
  maxconn:
    30000
  maxmem:
    6G
```

图10-13 返回主机pillar的信息

10.5.2 pillar的使用

完成pillar配置后，接下来介绍使用方法。我们可以在state、模板文件中引用，模板格式为“{{pillar变量}}”，例如：

```
{{ pillar['appname'] }} (一级字典)
{{ pillar['flow']['maxconn'] }} (二级字典) 或 {{ salt['pillar.get'] ('flow:
'maxconn', {}) }}
```

Python API格式如下：

```
pillar['flow']['maxconn']
pillar.get (' flow: appname', {})
```

1.操作目标主机

见10.5.1节，通过-I选项来使用pillar来匹配被控主机：

```
# salt -I 'appname: website' test.ping
SN2013-08-021:
    True
SN2013-08-022:
    True
```

2.结合grains处理数据的差异性

首先通过结合grains的id信息来区分不同id的maxcpu的值，其次进行引用观察匹配的信息，延伸“10.5.1 pillar的定义”的例子，将data.sls修改成如下形式，其中，“if...else...endif”为jinja2的模板语法，更多信息请访问jinja2官网语法介绍，网址为<http://jinja.pocoo.org/docs/templates/>。

```
appname:  website
flow:
    maxconn:  30000
    maxmem:   6G
{% if grains['id'] == 'SN2013-08-022' %}
    maxcpu:   8
{% else %}
    maxcpu:   4
{% endif %}
```

通过查看被控主机的pillar数据，可以看到maxcpu的差异，如图10-14所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-021' pillar.data flow
SN2013-08-021:
-----
flow:
-----
  maxconn:
    30000
  maxcpu:
    4
  maxmem:
    6G
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-022' pillar.data flow
SN2013-08-022:
-----
flow:
-----
  maxconn:
    30000
  maxcpu:
    8
  maxmem:
    6G
```

图10-14 不同主机产生的pillar数据差异

10.6 state介绍

state是Saltstack最核心的功能，通过预先定制好的sls（salt state file）文件对被控主机进行状态管理，支持包括程序包（pkg）、文件（file）、网络配置（network）、系统服务（service）、系统用户（user）等，更多状态对象见<http://docs.saltstack.com/ref/states/all/index.html>。

10.6.1 state的定义

state的定义是通过sls文件进行描述的，支持YAML语法，定义的规则如下：

```
$ID:
  $State:
    - $state:  states
```

其中：

- \$ID，定义state的名称，通常采用与描述的对象保持一致的方法，如apache、nginx等；

- \$State，须管理对象的类型，详见<http://docs.saltstack.com/ref/states/all/index.html>；

- \$state: states，定制对象的状态。

官网提供的示例如下：

```
1 apache:
2   pkg:
3     - installed
4   service:
5     - running
6     - require:
7       - pkg:  apache
```

上述代码检查apache软件包是否已安装状态，如果未安装，将通过yum或apt进行安装；检查服务apache进程是否处于运行状态。下面详细说明：

第1行用于定义state的名称，此示例为apache，当然也可以取其他相关的名称。

第2行和第4行表示state声明开始，使用了pkg和service这两个状态对象。pkg使用系统本地的软件包管理器（yum或apt）管理将要安装的软件，service管理系统守护进程。

第3行和第5行是要执行的方法。这些方法定义了apache软件包和服务目标状态，此示例要求软件包应当处于已安装状态，服务必须运行，如未安装将会被安装并启动。

第6行是关键字require，它确保了apache服务只有在成功安装软件包后才会启动。



注意 require：在运行此state前，先运行依赖的state关系检查，可配置多个state依赖对象；watch：在检查某个state发生变化时运行此模块。

10.6.2 state的使用

state的入口文件与pillar一样，文件名称都是top.sls，但state要求sls文件必须存放在saltstack base定义的目录下，默认为/srv/salt。state描述配置.sls支持jinja模板、grains及pillar引用等，在state的逻辑层次定义完成后，再通过salt '*'state.highstate执行生效。下面扩展10.5.1节定义的范例，结合grains与pillar，实现一个根据不同操作系统类型部署apache环境的任务。

1.定义pillar

【/srv/pillar/top.sls】

```
base:
  '*':
    - apache
```

在top.sls中引用二级配置有两种方式：一种是直接引用，如本示例中直接引用apache.sls；另一种是创建apache目录，再引用目录中的

init.sls文件，两者效果是一样的。为了规范起见，笔者建议采用二级配置形式，同理，state的top.sls也采用如此方式。

```
#mkidr /srv/pillar/apache      #创建apache目录
```

【/srv/pillar/apache/init.sls】

```
pkgs:
{% if grains['os_family'] == 'Debian' %}
  apache:  apache2
{% elif grains['os_family'] == 'RedHat' %}
  apache:  httpd
{% elif grains['os'] == 'Arch' %}
  apache:  apache
{% endif %}
```

测试pillar数据，执行salt*'pillar.data pkgs，结果返回以下信息，说明配置已生效。

```
SN2013-08-021:
-----
pkgs:
-----
  apache:
    httpd
```

2.定义state

【/srv/salt/top.sls】

```
base:
  '*':
    - apache
```

【/srv/salt/apache/init.sls】

```
apache:
  pkg:
    - installed
    - name:  {{ pillar['pkgs']['apache'] }}
  service.running:
    - name:  {{ pillar['pkgs']['apache'] }}
    - require:
      - pkg:  {{ pillar['pkgs']['apache'] }}
```

在配置中，`{{pillar['pkgs']['apache']}}`将引用匹配到操作系统发行版对应的pillar数据，笔者的环境为CentOS，故将匹配为httpd，检查目标主机是否已经安装，没有则进行安装（`yum-y install httpd`），同时检查apache服务是否已经启动，没有则启动（`/etc/init.d/httpd start`）。

3.执行state

执行state及返回结果信息见图10-15。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt '*' state.highstate
SN2013-08-021:
-----
State: - pkg
Name:      httpd
Function:  installed
Result:    True
Comment:   The following packages were installed/updated: httpd.
Changes:   httpd: { new : 2.2.15-29.el6.centos
old :
}
-----
State: - service
Name:      httpd
Function:  running
Result:    True
Comment:   Started Service httpd
Changes:   httpd: True
```

图10-15 执行state的结果信息

从图10-15中可以看出，结果返回两种对象类型结果，分别为pkg与service，执行的结果是自动部署apache 2.2.15环境并启动服务。

10.7 示例：基于Saltstack实现的配置集中化管理

本示例实现一个集中化的Nginx配置管理，根据业务不同设备型号、分区、内核参数的差异化，动态产生适合本机环境的Nginx配置文件。本示例结合了Saltstack的grains、grains_module、pillar、state、jinja（template）等组件。

10.7.1 环境说明

具体对照表10-1环境说明表，此处省略。

10.7.2 主控端配置说明

master主配置文件的关键配置项如下：

【/etc/salt/master】（配置片段）

```
nodegroups:
  web1group:  'L@SN2012-07-010, SN2012-07-011, SN2012-07-012'
  web2group:  'L@SN2013-08-021, SN2013-08-022'
file_roots:
  base:
    - /srv/salt
pillar_roots:
  base:
    - /srv/pillar
```

定义的pillar、module api、state目录结构，如图10-16所示。


```

[root@SN2013-08-020 /]# tree srv
srv
├── api
│   └── run.py
├── pillar
│   ├── top.sls
│   ├── web1server.sls
│   └── web2server.sls
└── salt
    ├── grains
    │   └── nginx_config.py
    ├── modules
    ├── nginx
    │   └── nginx.conf
    ├── nginx.sls
    └── top.sls

6 directories, 8 files

```

图10-16 示例目录结构

使用Python编写grains_module，实现动态配置被控主机grains的max_open_file键，值为ulimit-n的结果，以便动态生成Nginx.conf中的worker_rlimit_nofile、worker_connections参数的值，具体代码如下：

```

import os, sys, commands
def NginxGrains():
    '''
        return Nginx config grains value
    '''
    grains = {}
    max_open_file=65536
    try:
        getulimit=commands.getstatusoutput('source /etc/profile; ulimit -n')
    except Exception, e:
        pass
    if getulimit[0]==0:
        max_open_file=int(getulimit[1])
    grains['max_open_file'] = max_open_file
    return grains

```

代码说明见“10.4.2定义Grains数据”得“主控端扩展模块定制Grains数据”

同步grains模块，运行：

```
# salt '*' saltutil.sync_all
```

刷新模块（让minion编译模块），运行：

验证max_open_file key的key操作命令见图10-17。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt '*' grains.item max_open_file
SN2013-08-022:
  max_open_file: 65535
SN2013-08-021:
  max_open_file: 65535
SN2012-07-011:
  max_open_file: 65535
SN2012-07-012:
  max_open_file: 65535
SN2012-07-010:
  max_open_file: 65535
```

图10-17 校验max_open_file key的key信息

10.7.3 配置pillar

本示例使用分组规则定义pillar，即不同分组引用各自的sls属性，使用match属性值进行区分，除了属性值为nodegroup外，还支持grain、pillar等形式。以下是使用grain作为区分条件例子：

```
dev:
  'os: Debian':
    - match: grain
    - servers
```

本示例通过/etc/salt/master中定义好的组信息，如web1group与web2group与业务组，分别引用web1server.sls与web1server.sls，详见/srv/pillar/top.sls中的内容：

【/srv/pillar/top.sls】

```
base:
  web1group:
    - match: nodegroup
    - web1server
  web2group:
    - match: nodegroup
    - web2server
```

定义私有配置。本示例通过pillar来配置web_root的数据，当然，也可以根据不同需求进行定制，格式为python字典形式，即"key:

value"。

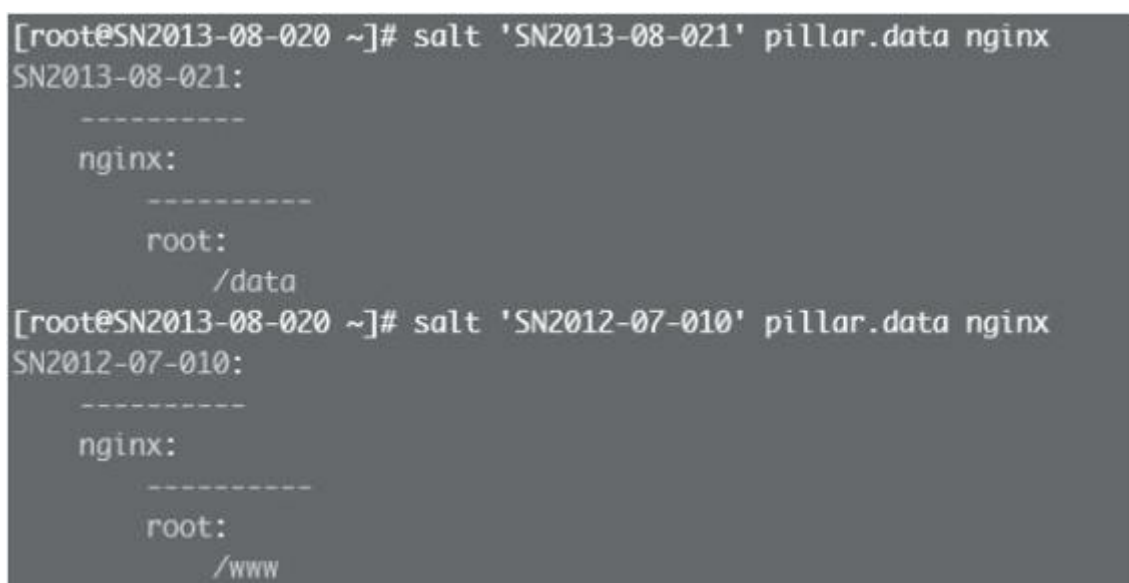
【/srv/pillar/web1server.sls】

```
nginx:
  root: /www
```

【/srv/pillar/web2server.sls】

```
nginx:
  root: /data
```

通过查看不同分组主机的pillar信息来验证配置结果，如图10-18所示。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2013-08-021' pillar.data nginx
SN2013-08-021:
-----
nginx:
-----
  root:
    /data
[root@SN2013-08-020 ~]# salt 'SN2012-07-010' pillar.data nginx
SN2012-07-010:
-----
nginx:
-----
  root:
    /www
```

图10-18 不同分组的pillar差异信息

10.7.4 配置state

定义入口top.sls:

【/srv/salt/top.sls】

```
base:
  '*':
    - nginx
```

下面定义nginx包、服务状态管理配置sls，其中，salt: //nginx/nginx.conf为配置模板文件位置，-enable: True检查服务是

否在开机自启动服务队列中，如果不在则加上，等价于`chkconfig nginx on`命令“`reload: True`”，表示服务支持`reload`操作，不加则会默认执行`restart`操作。`watch`一则检测`/etc/nginx/nginx.conf`是否发生变化，二则确保`nginx`已安装成功。

【/srv/salt/nginx.sls】

```
nginx:
  pkg:
    - installed
  file.managed:
    - source: salt: //nginx/nginx.conf
    - name:  /etc/nginx/nginx.conf
    - user:  root
    - group: root
    - mode:  644
    - template: jinja
  service.running:
    - enable: True
    - reload: True
    - watch:
      - file:  /etc/nginx/nginx.conf
      - pkg:   nginx
```

定制Nginx配置文件jinja模板，各参数的引用规则如下：

- `worker_processes`参数采用`grains['num_cpus']`上报值（与设备CPU核数一致）；
- `worker_cpu_affinity`分配多核CPU，根据当前设备核数进行匹配，分别为2、4、8、核或其他；
- `worker_rlimit_nofile`、`worker_connections`参数理论上为`grains['max_open_file']`；
- `root`参数为定制的`pillar['nginx']['root']`值。

【/srv/salt/nginx/nginx.conf】

```
# For more information on configuration, see:
user      nginx;
worker_processes  {{ grains['num_cpus'] }};
{% if grains['num_cpus'] == 2 %}
worker_cpu_affinity 01 10;
{% elif grains['num_cpus'] == 4 %}
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;
{% elif grains['num_cpus'] >= 8 %}
```

```

worker_cpu_affinity 00000001 00000010 00000100 00001000 00010000 00100000
01000000 10000000;
{% else %}
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;
{% endif %}
worker_rlimit_nofile {{ grains['max_open_file'] }};
error_log /var/log/nginx/error.log;
#error_log /var/log/nginx/error.log notice;
#error_log /var/log/nginx/error.log info;
pid /var/run/nginx.pid;
events {
    worker_connections {{ grains['max_open_file'] }};
}
http {
    include /etc/nginx/mime.types;
    default_type application/octet-stream;
    log_format main '$remote_addr - $remote_user [$time_local]
"$request" '
                    '$status $body_bytes_sent "$http_referer" '
                    '"$http_user_agent" "$http_x_forwarded_for"';
    access_log /var/log/nginx/access.log main;
    sendfile on;
    #tcp_nopush on;
    #keepalive_timeout 0;
    keepalive_timeout 65;
    #gzip on;
    # Load config files from the /etc/nginx/conf.d directory
    # The default server is in conf.d/default.conf
    #include /etc/nginx/conf.d/*.conf;
    server {
        listen 80 default_server;
        server_name _;
        #charset koi8-r;
        #access_log logs/host.access.log main;
        location / {
            root {{ pillar['nginx']['root'] }};
            index index.html index.htm;
        }
        error_page 404 /404.html;
        location = /404.html {
            root /usr/share/nginx/html;
        }
        # redirect server error pages to the static page /50x.html
        #
        error_page 500 502 503 504 /50x.html;
        location = /50x.html {
            root /usr/share/nginx/html;
        }
    }
}

```

执行刷新state配置，结果如图10-19所示。

```

[root@SN2013-08-020 ~]# salt '*' state.highstate
SN2013-08-021:
-----
State: - file
Name:      /etc/nginx/nginx.conf
Function:  managed
Result:    True
Comment:   File /etc/nginx/nginx.conf updated
Changes:   diff: New file

-----

State: - pkg
Name:     nginx
Function: installed
Result:   True
Comment:  The following packages were installed/updated: nginx.
Changes:  nginx: { new : 1.0.15-5.el6

old :
}

-----

State: - service
Name:     nginx
Function: running
Result:   True
Comment:  Service nginx has been enabled, and is running
Changes:  nginx: True

SN2013-08-022:

```

图10-19 刷新state返回结果（部分截图）

10.7.5 校验结果

登录web1group组的一台服务器，检查Nginx的配置，尤其是变量部分的参数值，配置片段如下：

【/etc/nginx/nginx.conf】

```

user                nginx;
worker_processes    2;
worker_cpu_affinity 01 10;
worker_rlimit_nofile 65535;
error_log           /var/log/nginx/error.log;
#error_log          /var/log/nginx/error.log  notice;
#error_log          /var/log/nginx/error.log  info;
pid                 /var/run/nginx.pid;
events {
    worker_connections 65535;
}
.....
    location / {
        root        /www;

```

```
        index    index.html index.htm;  
    }  
}
```

再登录web2group组的一台服务器，检查Nginx的配置，对比web1group组的服务器差异化，包括不同硬件配置、内核参数等，配置片段如下：

【/etc/nginx/nginx.conf】

```
user                nginx;  
worker_processes   4;  
worker_cpu_affinity 1000 0100 0010 0001;  
worker_rlimit_nofile 65535;  
error_log  /var/log/nginx/error.log;  
#error_log  /var/log/nginx/error.log  notice;  
#error_log  /var/log/nginx/error.log  info;  
pid        /var/run/nginx.pid;  
events {  
    worker_connections  65535;  
}  
.....  
        location / {  
            root    /data;  
            index   index.html index.htm;  
        }
```

至此，一个模拟生产环境Web服务集群的配置集中化管理平台已经搭建完成，大家可以利用这个思路扩展到其他功能平台。



参考提示 10.1至10.6节的Saltstack介绍可参考官网文档

<http://docs.saltstack.com/en/latest/>。

第11章 统一网络控制器Func详解

Func (Fedora Unified Network Controller) 是由红帽子公司以Fedora平台构建的统一网络控制器，是为解决集群管理、监控问题而设计开发的系统管理基础框架，官网地址为<https://fedorahosted.org/func>。它是一个能有效简化多服务器系统管理工作的工具，它易于学习、使用和扩展，功能强大，只需要极少的配置和维护操作。Func分为master和slave两部分，master为主控端，slave为被控端。Func具有以下特点。

- 支持在主控机上管理任意多台服务器，或任意多个服务器组。
- 支持命令行方式发送远程命令或者远程获取数据。
- Func通信基于XMLRPC和SSL标准协议，具有模块化的可扩展的特点。与Saltstack认证方式一致。
- 可以通过Kickstart预安装Func到系统中，自动注册到主控服务器端。
- 任何人都可以通过Func提供的Python API轻松编写自己的模块，以实现具体功能扩展。而且任何Func命令行能完成的工作，都能通过API编程实现。
- 提供封装大量通用的服务器管理命令模块。
- Func平台没有与数据库关联，不需要复杂的安装与配置，服务器间安全证书的分发都是自动完成的。

Func与Saltstack在主、被控端建立信任机制是一样的，都采用了证书+签名的方式。相比Saltstack或Ansible，Func在文件配置、状态管理方面还是空白，但在远程命令执行、API支持、配置简单等方面还是能体现出其优势，适合中小型服务集群的远程命令执行、文件分发的的工作，同时API支持跨语言，可以与现有运营平台打通，实现交互式更强、体验更好的自动化运营平台。

11.1 Func的安装

Func需要在主控端、被控端部署环境，建议读者采用yum的方式实现部署。目前Func最新版本为0.28，由func、certmaster、pyOpenSSL三个组件组成。下面详细讲解Func的安装步骤。

11.1.1 业务环境说明

为了方便读者理解，笔者通过虚拟化环境部署功能服务器来进行演示，操作系统版本为CentOS release 6.4，自带Python 2.6.6。相关服务器信息如表11-1所示。

表11-1 业务环境表说明

角色	主机名	IP
Master	SN2013-08-020	192.168.1.20
minion	SN2013-08-021	192.168.1.21
minion	SN2013-08-022	192.168.1.22

11.1.2 安装Func

1.主控端服务器安装

主控端部署在主机名为SN2013-08-020的设备上，通过yum方式安装，如下：

```
# yum install func -y
# /sbin/chkconfig --level 345 certmaster on
```

在设备通信上Func要求使用主机名来识别，在没有内部域名解析服务的情况下，可通过配置主机hosts来解决主机名的问题。主控端hosts配置如下：

【/etc/hosts】

```
192.168.1.21 SN2013-08-021
192.168.1.22 SN2013-08-022
192.168.1.20 func.master.server.com
```

修改/etc/certmaster/minion.conf的certmaster参数，指向证书服务器，即主控端服务器，func命令用到此配置，如：

【/etc/certmaster/minion.conf】

```
# configuration for minions
[main]
certmaster = func.master.server.com
certmaster_port = 51235
log_level = DEBUG
cert_dir = /etc/pki/certmaster
```

启动证书服务：

```
# /sbin/service certmaster start
```

配置iptables，开通192.168.1.0/24网段访问证书服务51235（certmaster服务）端口。

```
# iptables -I INPUT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 51235 -j ACCEPT
```

至此，主控端配置完毕。

2.被控端服务器安装

被控端部署在主机名为SN2013-08-021、SN2013-08-022的设备上，同样通过yum方式安装，如下：

```
# yum install func -y
# /sbin/chkconfig --level 345 funcd on
```

配置hosts信息：

```
192.168.1.20      func.master.server.com
```

修改/etc/certmaster/minion.conf的certmaster参数，以便指向证书服务器发出签名请求，建立信任关系，如：

【/etc/certmaster/minion.conf】

```
# configuration for minions
```

```
[main]
certmaster = func.master.server.com
certmaster_port = 51235
log_level = DEBUG
cert_dir = /etc/pki/certmaster
```

修改/etc/func/minion.conf的minion_name参数，作为被控主机的唯一标识，一般使用主机名，以SN2013-08-021主机为例，配置如下：

```
# configuration for minions
[main]
log_level = INFO
acl_dir = /etc/func/minion-acl.d
listen_addr =
listen_port = 51234
minion_name = SN2013-08-021
method_log_dir = /var/log/func/methods/
```

启动func服务：

```
# /sbin/service funcd start
```

配置iptables，开通192.168.1.20主控端主机访问本机51234（func服务）端口。

```
# iptables -I INPUT -s 192.168.1.20 -p tcp --dport 51234 -j ACCEPT
```

至此，被控端配置完毕。

3.证书签名

在主控端运行certmaster-ca--list获取当前请求证书签名的主机清单，如：

```
# certmaster-ca --list
sn2013-08-021
sn2013-08-022
```

证书签名通过certmaster-ca--sign hostname命令来完成，如：

```
# certmaster-ca --sign sn2013-08-021
```

当然，也可以结合--list、--sign参数实现一键完成所有主机的签名

操作，如：

```
# certmaster-ca --sign `certmaster-ca --list`
```

Func也提供了类似Saltstack自动签名的机制，通过修改/etc/certmaster/certmaster.conf的参数autosign=no为autosign=yes即可。

使用func "*"list_minions查看已经完成签名的主机名，如：

```
# func '*' list_minions
sn2013-08-021
sn2013-08-022
```

删除（注销）签名主机使用certmaster-ca-c hostname，如：

```
# certmaster-ca -c sn2013-08-021
```

校验安装、任务签名是否正确，通过func "*"ping命令来测试，如图11-1所示。



```
[root@SN2013-08-020 func]# func "*" ping
[ ok ... ] sn2013-08-022
[ ok ... ] sn2013-08-021
```

图11-1 测试认证主机的连通性



提示 对已注销的被控服务器，要重新注册，先删除被控主机端/etc/pki/certmaster/下的证书文件，再运3行certmaster-request进行证书请求，具体操作步骤如下：

```
# rm -rf /etc/pki/certmaster/主机名.*
# /usr/bin/certmaster-request
```

11.2 Func常用模块及API

Func提供了非常丰富的功能模块，包括CommandModule（执行命令）、CopyFileModule（拷贝文件）、CpuModule（CPU信息）、DiskModule（磁盘信息）、FileTrackerModule（文件跟踪）、IPTablesModule（iptables管理）、MountModule（Mount挂载）、NagiosServerModule（Nagios管理）、NetworkTest（网络测试）、ProcessModule（进程管理）、SysctlModule（sysctl管理）、SNMPModule（SNMP信息），等等，更多模块介绍见官网模块介绍：<https://fedorahosted.org/func/wiki/ModulesList>。命令行调用模块格式：

func<目标主机>call<module_name（模块名）><method_name（方法名）><module_args（模块参数）>

模块命令行执行结果都以Python的元组字符串返回（API以字典形式返回），这对后续进行结果集的解析工作非常有利，例如，远程运行“df-m”命令的运行结果如图11-2所示。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# func "SN2013-08-022" call command run "df -m"
('sn2013-08-022',
 [0,
  'Filesystem', '1M-blocks', 'Used', 'Available', 'Use%', 'Mounted on', '\n/dev/sda1', '14765', '2730',
  '11286', '20%', '^/tmpfs', '242', '0', '242', '0%', '/dev/shm\n/dev/sda3', '43',
  '85', '159', '4004', '4%', '/data\n',
  ''])
```

图11-2 返回主机内存使用信息

在所有模块中，CommandModule模块最常用，可以在目标被控主机执行任意命令。笔者建议使用API方式对应用场景的逻辑进行封装，将权限放到一个预先定制好的方框中，实现收敛操作。下面对Func常用的模块一一进行讲解。

11.2.1 选择目标主机

Func选择目标主机操作对象支持“*”与“？”方式匹配，其中“*”代表任意多个字符，“？”代表单个任意字符，例如：

```
# func "SN2013-*-02?" call command run "uptime"
```

“SN2013-*-02？”在本文环境中将匹配到SN2013-08-021、SN2013-08-022两台主机，可以根据实际应用场景随意组合。例如，我们定义的

多台Web业务服务器主机名分别为：web1、web2、web3、...、webn.webapp.com，要查看所有Web应用的uptime信息可以运行：

```
# func "web*.webapp.com" call command run "uptime"
```

多个目标主机名使用分号分隔，如：

```
# func "web.example.org; mailserver.example.org; db.example.org" call  
command run "df -m"
```

11.2.2 常用模块详解

1. 执行命令模块

（1）功能

CommandModule实现Linux远程命令调用执行。

（2）命令行模式

```
# func "*" call command run "ulimit -a"  
# func "SN2013-08-022" call command run "free -m"
```

（3）API模式

```
import func.overlord.client as func  
client = func.Client("SN2013-08-022")  
print client.command.run("free -m")
```

2. 文件拷贝模块

（1）功能

CopyFileModule实现主控端向目标主机拷贝文件，类似于scp的功能。

（2）命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" copyfile -f /etc/sysctl.conf --remotepath  
/etc/sysctl.conf
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
client.local.copyfile.send("/etc/sysctl.conf", "/tmp/sysctl.conf")
```

3.CPU信息模块

(1) 功能

CpuModule获取远程主机CPU信息，支持按时间（秒）采样平均值，如下面示例中的参数“10”。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call cpu usage
# func "SN2013-08-022" call cpu usage 10
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
print client.cpu.usage(10)
```

4.磁盘信息模块

(1) 功能

DiskModule实现获取远程主机的磁盘分区信息，参数为分区标签，如/data分区。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call disk usage
# func "SN2013-08-022" call disk usage /data
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
print client.disk.usage("/dev/sda3")
```

5.拷贝远程文件模块

(1) 功能

GetFileModule实现拉取远程Linux主机指定文件到主控端目录，不支持命令行模式。

(2) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
client.local.getfile.get("/etc/sysctl.conf", "/tmp/")
```

6.iptables管理模块

(1) 功能

IPtablesModule实现远程主机iptables配置。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call iptables.port drop_to 53 192.168.0.0/24 udp
src
# func "SN2013-08-022" call iptables drop_from 192.168.0.10
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
client.iptables.port.drop_to(8080, "192.168.0.10", "tcp", "dst")
```

7.系统硬件信息模块

(1) 功能

HardwareModule返回远程主机系统硬件信息。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call hardware info
# func "SN2013-08-022" call hardware hal_info
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
print client.hardware.info (with_devices=True)
print client.hardware.hal_info ()
```

8.系统Mount管理模块

(1) 功能

MountModule实现远程主机Linux系统挂载、卸载分区管理。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call mount list
# func "SN2013-08-022" call mount mount /dev/sda3 /data
# func "SN2013-08-022" call mount umount "/data"
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
print client.mount.list ()
print client.mount.umount ("/data")
print client.mount.mount ("/dev/sda3", "/data")
```

9.系统进程管理模块

(1) 功能

ProcessModule实现远程Linux主机进程管理。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call process info "aux"
# func "SN2013-08-022" call process pkill nginx -9
# func "SN2013-08-022" call process kill nginx SIGHUP
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
print client.process.info ("aux")
print client.process.pkill ("nginx", "-9")
print client.process.kill ("nginx", "SIGHUP")
```

10.系统服务管理模块

(1) 功能

ServiceModule实现远程Linux主机系统服务管理。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call service start nginx
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
print client.service.start("nginx")
```

11.系统内核参数管理模块

(1) 功能

SysctlModule实现远程Linux主机系统内核参数管理。

(2) 命令行模式

```
# func "SN2013-08-022" call sysctl list
# func "SN2013-08-022" call sysctl get net.nf_conntrack_max
# func "SN2013-08-022" call sysctl set net.nf_conntrack_max 15449
```

(3) API模式

```
import func.overlord.client as func
client = func.Client("SN2013-08-022")
print client.sysctl.list()
print client.sysctl.get('net.ipv4.icmp_echo_ignore_broadcasts')
print client.sysctl.set('net.ipv4.tcp_syncookies', 1)
```

func命令功能参数举例:

1) 查看所有主机uptime, 开启5个线程异步运行, 超时时间为3秒, 命令如下:

```
# func -t 3 "*" call --forks="5" --async command run "/usr/bin/uptime"
```

2) 格式化输出结果，默认格式为Python的元组，分别添加--jsion或--xml来输出JSON及XML格式， 命令如下：

```
# func -t 3 "*" call --forks="5" --json --async command run
"/usr/bin/uptime"
```

11.3 自定义Func模块

Func自带的模块已经非常丰富，但在日常系统运维当中，尤其是面对大规模的服务器集群、不同类别的业务平台，此时Func自带的模块或许已经不能满足我们的需求，所以有必要通过自定义模块来填补这块的不足。本节介绍一个简单的Func自定义模块的，通过采用Func自带的建模块工具func-create-module来现实。

(1) 自定义模块步骤

如图11-3所示，自定义模块分为四个步骤进行，第一步生成模块，即通过fun-create-module命令创建模块初始模板；第二步编写逻辑，即填充我们的业务功能逻辑，生成模块；第三步分发模块，将编写完成的模块分发到所有被控主机；第四步执行已经分发完成的模块，调用方法与Func自带模块无差异。详细过程见图11-3。

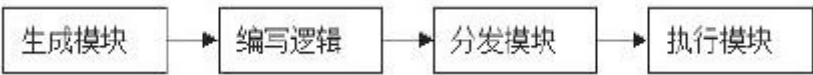


图11-3 自定义模块发布流程

(2) 生成模块

切换到Func安装包minion模块存储目录。笔者使用的是系统自带的Python 2.6，具体路径为/usr/lib/python2.6/site-packages/func/minion/modules。

```
# cd /usr/lib/python2.6/site-packages/func/minion/modules
```

运行创建模块命令func-create-module，根据图11-14填写相关信息。

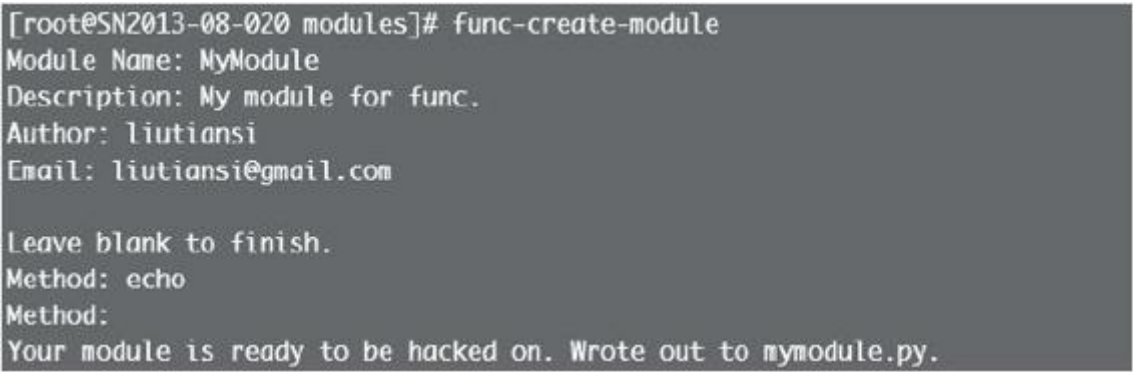


图11-4 创建模块时填写的信息

最终生成了一个初始化的模块代码文件mymodule.py:

【/usr/lib/python2.6/site-packages/func/minion/modules/mymodule.py】

```
#
# Copyright 2014
# liutiansi <liutiansi@gmail.com>
#
# This software may be freely redistributed under the terms of the GNU
# general public license.
#
# You should have received a copy of the GNU General Public License
# along with this program; if not, write to the Free Software
# Foundation, Inc., 675 Mass Ave, Cambridge, MA 02139, USA.
import func_module
class Mymodule(func_module.FuncModule):
    # Update these if need be.
    version = "0.0.1"
    api_version = "0.0.1"
    description = "My module for func."
    def echo(self):
        """
        TODO: Document me ...
        """
        pass
```

(3) 编写逻辑

这一步只需在上述模块基础上做修改即可，如模块实现一个根据指定的条数返回最新系统日志（/var/log/messages）信息，修改后的代码如下：

【/usr/lib/python2.6/site-packages/func/minion/modules/mymodule.py】

```
#
# Copyright 2010
# liutiansi <liutiansi@gmail.com>
#
# This software may be freely redistributed under the terms of the GNU
# general public license.
#
# You should have received a copy of the GNU General Public License
# along with this program; if not, write to the Free Software
# Foundation, Inc., 675 Mass Ave, Cambridge, MA 02139, USA.
import func_module
from func.minion import sub_process
class Mymodule(func_module.FuncModule):
    # Update these if need be.
```

```
version = "0.0.1"
api_version = "0.0.1"
description = "My module for func."
def echo(self, vcount):
    """
    TODO: response system messages info
    """
    command="/usr/bin/tail -n "+str(vcount)+" /var/log/messages"
    cmdref = sub_process.Popen (command, stdout=sub_process.PIPE,
                                stderr=sub_process.PIPE, shell=True,
                                close_fds=True)
    data = cmdref.communicate ()
    return (cmdref.returncode, data[0], data[1])
```

（4）分发模块

首先编写分发模块的功能，使用Func的copyfile模块来实现，原理比较简单，即读取主控端func minion包下的模块文件（参数传入），通过Func的copyfile模块同步到目标主机的同路径下。一次编写可持续使用，源码如下：

【/home/test/func/RsyncModule.py】

```
#!/usr/bin/python
import sys
import func.overlord.client as fc
import xmlrpclib
module = sys.argv[1]
pythonmodulepath="/usr/lib/python2.6/site-packages/func/minion/modules/"
client = fc.Client ("*")
fb = file (pythonmodulepath+module, "r").read ()
data = xmlrpclib.Binary (fb)
#分发模块
print client.copyfile.copyfile (pythonmodulepath+ module, data)
#重启Func服务
print client.command.run ("/etc/init.d/funcd restart")
```

分发模块的运行结果如图11-5所示。



```
[root@SN2013-08-020 func]# cd /home/test/func/
[root@SN2013-08-020 func]# cp /usr/lib/python2.6/site-packages/func/minion/modules/mymodule.py /home/test/func/
[root@SN2013-08-020 func]# python RsyncModule.py mymodule.py
{'sn2013-08-022': 0, 'sn2013-08-021': 0}
{'sn2013-08-022': [0, 'Stopping func daemon: [ OK ]\nStarting func daemon: [ OK ]\n', ''], 'sn2013-08-021': [0, 'Stopping func daemon: [ OK ]\nStarting func daemon: [ OK ]\n', '']}
[root@SN2013-08-020 func]#
```

图11-5 模块分发结果

检查被控主机/usr/lib/python2.6/site-packages/func/minion/modules目录是否多了一个mymodule.py文件，是则说明模块已经成功分发。

(5) 执行模块

最后，执行模块及返回结果见图11-6。

```
[root@SN2013-08-020 func]# func "SN2013-08-021" call mymodule echo 5
{'sn2013-08-021': [0,
    'Jan  1 07:42:25 SN2013-08-021 ntpd[1040]: synchronized to 210.72.145.44, stratum 1\nJan  1 07:46:19 SN2013-08-021 ntpd[1040]: time reset +233.756480 s\nJan  1 07:46:19 SN2013-08-021 ntpd[1040]: kernel time sync status change 2001\nJan  4 03:48:44 SN2013-08-021 ntpd[1040]: synchronized to 210.72.145.44, stratum 1\nJan  4 03:48:44 SN2013-08-021 ntpd[1040]: no servers reachable\n',
    '']}]
```

图11-6 执行模块结果

正常返回了5条/var/log/messages信息，完成了自定义模块的全过程。

11.4 非Python API接口支持

Func通过非Python API实现远程调用，目的是为第三方工具提供调用及返回接口。Func使用func-transmit命令来实现，支持YAML与JSON格式，实现了跨应用平台、语言、工具等，比如通过Java或C生成JSON格式的接口定义，通过fun-transmit命令进行调用，使用上非常简单，扩展性也非常强。

定义一个command模块的远程执行，分别采用YAML及JSON格式进行定义，如下：

【/home/test/func/run.yaml】

```
clients:  "*"
async:   False
nforks:  1
module:  command
method:  run
parameters:  "/bin/echo Hello World"
```

【/home/test/func/run.json】

```
{
    "clients":  "*",
    "async":    "False",
    "nforks":   1,
    "module":   "command",
    "method":   "run",
    "parameters":  "/bin/echo Hello World"
}
```

各参数详细说明如下。

- clients，目标主机，"*"代表所有被控主机；
- async，是否异步，是一个布尔值，True为使用异步，False则不使用；
- nforks，启用的线程数，用数字表示；
- module，模块名称，如command、copyfile、process等；
- method，方法名称，如command模块下的run方法；

·parameters, 参数, 如"/usr/bin/tail-100/var/log/messages"。

通过func-transmit命令调用不同接口配置, 将返回不同的格式串, 如图11-7和图11-8所示。

```
[root@SN2013-08-020 func]# func-transmit --yaml < run.yaml
---
sn2013-08-021:
  - 0
  - |
    Hello World
  - ''
sn2013-08-022:
  - 0
  - |
    Hello World
  - ''
```

图11-7 返回标准的YAML格式

```
[root@SN2013-08-020 func]# func-transmit --json < run.json
{"sn2013-08-022": [0, "Hello World\n", ""], "sn2013-08-021": [0, "Hello World\n", ""]}
```

图11-8 返回标准的JSON格式

返回的两种格式都可以被绝大部分语言所解析, 方便后续处理。

11.5 Func的Facts支持

Facts是一个非常有用的组件，其功能类似于Saltstack的grains、Ansible的Facts，实现获取远程主机的系统信息，以便在对目标主机操作时作为条件进行过滤，产生差异。Func的Facts支持通过API来扩展用户自己的属性。Facts由两部分组成，一为模块（module），另为方法（method），可通过list_fact_modules、list_fact_methods方法来查看当前支持的模块与方法的清单，如图11-9所示。

```
[root@SN2013-08-020 func]# func "*" call fact list_fact_modules
{'sn2013-08-021': ['hardware', 'fact_module'],
 'sn2013-08-022': ['hardware', 'fact_module']}
[root@SN2013-08-020 func]#
[root@SN2013-08-020 func]# func "*" call fact list_fact_methods
{'sn2013-08-021': ['hardware.cpu_model',
                    'kernel',
                    'cpumodel',
                    'hardware.kernel_version',
                    'cpuvendor',
                    'hardware.run_level',
                    'hardware.cpu_vendor',
                    'hardware.os_name',
                    'runlevel',
                    'os'],
 'sn2013-08-022': ['hardware.cpu_model',
                    'kernel',
                    'cpumodel',
                    'hardware.kernel_version',
                    'cpuvendor',
                    'hardware.run_level',
                    'hardware.cpu_vendor',
                    'hardware.os_name',
                    'runlevel',
                    'os']}
```

图11-9 查看主机支持模块及方法

在使用Facts时，我们关注它的方法（func "*" call fact list_fact_methods显示的清单）即可，可通过命令行调用Facts的call_fact方法查看所有主机的操作系统信息，具体见图11-10。

```
[root@SN2013-08-020 func]# func "*" call fact call_fact "os"
{'sn2013-08-021': 'CentOS release 6.4 (Final)',
 'sn2013-08-022': 'CentOS release 6.4 (Final)'}

```

图11-10 查看主机操作系统信息

Fact支持and与or作为条件表达式连接操作符，下面详细介绍。

(1) and表达式--filter

语法:

```
--filter "keyword[operator]value, keyword2[operator]value2"  
--filter "value in keyword, value ini keyword"
```

示例：所有满足内核（kernel）版本大于或等于2.6，并且操作系统信息包含CentOS的目标主机运行uptime命令，如图11-11所示。

```
[root@SN2013-08-020 func]# func "*" call --filter "kernel>=2.6,CentOS in os" command run "uptime"  
( 'sn2013-08-022',  
  [0,  
    ' 04:29:41 up 1 day, 21:27, 1 user, load average: 0.00, 0.00, 0.00\n',  
    '' ] )  
( 'sn2013-08-021',  
  [0,  
    ' 11:46:32 up 2 days, 9:36, 1 user, load average: 0.00, 0.00, 0.00\n',  
    '' ] )
```

图11-11 根据fact条件（and）过滤主机

(2) or表达式--filteror

语法:

```
--filteror "keyword[operator]value, keyword2[operator]value2"  
--filteror "value in keyword, value ini keyword"
```

示例：所有满足内核（kernel）版本大于或等于2.6，或者运行级别等于5的目标主机运行df-m命令，如图11-12所示。

```
[root@SN2013-08-020 func]# func "*" call --filteror "kernel>=2.6,runlevel=5" command run "df -m"  
( 'sn2013-08-022',  
  [0,  
    'Filesystem            1M-blocks      Used Available Use% Mounted on\n/dev/sda1                  14765  
2730      11286    20% /ntmpfs              242      0      242    0% /dev/shm\n/dev/sda3  
4385      159      4004    4% /data\n',  
    '' ] )  
( 'sn2013-08-021',  
  [0,  
    'Filesystem            1M-blocks      Used Available Use% Mounted on\n/dev/sda1                  14765  
3091     10924    23% /ntmpfs              242      0      242    0% /dev/shm\n/dev/sda3  
4385      160      4003    4% /data\n',  
    '' ] )
```

图11-12 根据fact条件（or）过滤主机



参考提示 11.1节~11.5节关于Func的介绍参考官网文档

<https://fedorahosted.org/func/>。

第12章 Python大数据应用详解

随着云时代的到来，大数据（big data）也越来越受大家的关注，比如互联网行业日常生成的运营、用户行为数据，随着时间及访问量的增长这一规模日益庞大，单位可达到日TB或PB级别。如何在如此庞大的数据中挖掘出对我们有用的信息？目前业界主流存储与分析平台是以Hadoop为主的开源生态圈，MapReduce作为Hadoop的数据集的并行运算模型，除了提供Java编写MapReduce任务外，还兼容了Streaming方式，我们可以使用任意脚本语言来编写MapReduce任务，优点是开发简单且灵活。本章详细介绍如何使用Python语言来实现大数据应用，将分别通过原生Python与框架（Framework）方式进行说明。



提示 因为Hadoop不作为本章的主体内容，所以将不对其架构、子项目、优化等进行说明。

12.1 环境说明

为了方便读者理解，笔者通过虚拟化环境部署了Hadoop平台来进行演示，操作系统版本为CentOS release 6.4，以及Python 2.6.6、hadoop-1.2.1、jdk1.6.0_45、mrjob-0.4.2等。相关服务器信息如表12-1所示。

表12-1 环境说明表

角色	主机名	IP	功能	存储分区
Master	SN2013-08-020	192.168.1.20	NameNode Secondarynamenode JobTracker	/data
Slave	SN2012-07-010	192.168.1.21	DataNode TaskTracker	/data
Slave	SN2012-07-011	192.168.1.22	DataNode TaskTracker	/data

12.2 Hadoop部署

由于部署Hadoop需要Master访问所有Slave主机实现无密码登录，即配置账号公钥认证，具体参考9.2.5节关于配置Linux主机SSH无密码访问的介绍，本节将不再陈述。

(1) 安装

SSH登录Master主机，这里使用root账号进行相关演示。安装JDK环境：

```
# mkdir -p /usr/java/ && cd /usr/java
# wget http://uni-smr.ac.ru/archive/dev/java/SDKs/sun/j2se/6/jdk-6u45-linux-x64.bin
# chmod +x jdk-6u45-linux-x64.bin
# ./jdk-6u45-linux-x64.bin
# vi /etc/profile （配置Java环境变量，追加以下内容）
export JAVA_HOME=/usr/java/jdk1.6.0_45
export PATH=$PATH: $JAVA_HOME/bin
export CLASSPATH=.: $JAVA_HOME/jre/lib: $JAVA_HOME/lib:
$JAVA_HOME/lib/tools.jar
# cd /etc （使环境变量生效）
# . profile
```

安装Hadoop，版本为1.2.1，安装路径为/usr/local。

```
# cd /usr/local
# wget http://mirrors.cnnic.cn/apache/hadoop/common/hadoop-1.2.1/hadoop-1.2.1.tar.gz
# tar -zxvf hadoop-1.2.1.tar.gz
# cd /usr/local/hadoop-1.2.1/conf
```

修改目录（/usr/local/hadoop-1.2.1/conf）中的四个Hadoop核心配置文件hadoop-env.sh、core-site.xml、hdfs-site.xml、mapred-site.xml，具体内容如下：

·hadoop-env.sh，Hadoop环境变量配置文件，指定JAVA_HOME。

```
export JAVA_HOME=/usr/java/jdk1.6.0_45
```

·core-site.xml，Hadoop core的配置项，主要针对Common组件的属性配置。由于默认的hadoop.tmp.dir的路径为/tmp/hadoop-\${user.name}，笔者的Linux系统的/tmp文件系统的类型是Hadoop不支持的，会

报“File/tmp//input/conf/slaves could only be replicated to 0 nodes, instead of 1”异常，因此手工修改hadoop.tmp.dir指向/data/tmp/hadoop-\${user.name}，作为Hadoop用户的临时存储目录，配置如下：

```
<configuration>
<property>
  <name>hadoop.tmp.dir</name>
  <value>/data/tmp/hadoop-${user.name}</value>
</property>
<property>
<name>fs.default.name</name>
<value>hdfs: //192.168.1.20: 9000</value>   //master主机IP: 9000端口
</property>
</configuration>
```

·hdfs-site.xml，Hadoop的HDFS组件的配置项，包括Namenode、Secondarynamenode和Datanode等，配置如下：

```
<configuration>
<property>
<name>dfs.name.dir</name>
<value>/data/hdfs/name</value>           //Namenode持久存储名字空间、事务日志路径
</property>
<property>
<name>dfs.data.dir</name>
<value>/data/hdfs/data</value>           //Datanode数据存储路径
</property>
<property>
<name>dfs.datanode.max.xcievers</name>
<value>4096</value>           //Datanode所允许同时执行的发送和接受任务数量，默认为256
</property>
<property>
<name>dfs.replication</name>
<value>2</value>           //数据备份的个数，默认为3
</property>
</configuration>
```

·mapred-site.xml，配置map-reduce组件的属性，包括jobtracker和tasktracker，配置如下：

```
<configuration>
<property>
<name>mapred.job.tracker</name>
<value>192.168.1.20: 9001</value>
</property>
</configuration>
```

·masters，配置Secondarynamenode项，环境使用主设备

192.168.1.20同时承担Secondarynamenode的角色，生产环境要求使用独立服务器，起到HDFS文件系统元数据（metadata）信息的备份作用，当NameNode发生故障后可以快速还原数据，配置内容如下：

```
192.168.1.20
```

·slaves，配置所有Slave主机信息，填写IP地址即可。本示例中Slave的信息如下：

```
192.168.1.21
192.168.1.22
```

接下来，从主节点（Master）复制jdk及Hadoop环境到所有Slave，目标路径要与Master保持一致，切记！执行以下命令进行复制：

```
# ssh root@192.168.1.21 '[ -d /usr/java ] || mkdir -p /usr/java ]'
# ssh root@192.168.1.22 '[ -d /usr/java ] || mkdir -p /usr/java ]'
# scp -r /usr/java/jdk1.6.0_45 root@192.168.1.21: /usr/java
# scp -r /usr/java/jdk1.6.0_45 root@192.168.1.22: /usr/java
# scp -r /usr/local/hadoop-1.2.1 root@192.168.1.21: /usr/local
# scp -r /usr/local/hadoop-1.2.1 root@192.168.1.22: /usr/local
```

Hadoop部分功能是通过主机名来寻址的，因此需要配置主机名hosts信息（生产环境建议直接搭建内网DNS服务），保证Hadoop环境所有主机的/etc/hosts文件配置如下：

```
192.168.1.20      SN2013-08-020
192.168.1.21      SN2013-08-021
192.168.1.22      SN2013-08-022
```

管理员通过浏览器查看datanode信息，需要配置本地hosts，如Windows 7系统hosts文件路径为C:\Windows\System32\drivers\etc，添加所有datanode主机信息，如下：

```
192.168.1.21      SN2013-08-021
192.168.1.22      SN2013-08-022
```

如设备启用了iptables防火墙，需要对主节点（Master）及Slave主机添加以下规则：

```
Master:
```



```
iptables -I INPUT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 50030 -j ACCEPT
iptables -I INPUT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 50070 -j ACCEPT
iptables -I INPUT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 9000 -j ACCEPT
iptables -I INPUT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 9001 -j ACCEPT
Slaves:
iptables -I INPUT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 50075 -j ACCEPT
iptables -I INPUT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 50060 -j ACCEPT
iptables -I INPUT -s 192.168.1.20 -p tcp --dport 50010 -j ACCEPT
```

配置完成后在主节点（Master）上格式化文件系统的namenode，执行：

```
# cd /usr/local/hadoop-1.2.1
# bin/hadoop namenode -format
```

最后，在主节点（Master）上执行启动命令，如下：

```
# bin/start-all.sh
```

（2）检验安装结果

Hadoop官方提供的一个测试MapReduce的示例，执行：

```
# bin/hadoop jar hadoop-examples-1.2.1.jar pi 10 100
```

如果返回如图12-1所示结果，则说明配置成功。

```

[root@SN2013-08-020 hadoop-1.2.1]# bin/hadoop jar hadoop-examples-1.2.1.jar pi 10 100
Number of Maps = 10
Samples per Map = 100
Wrote input for Map #0
Wrote input for Map #1
Wrote input for Map #2
Wrote input for Map #3
Wrote input for Map #4
Wrote input for Map #5
Wrote input for Map #6
Wrote input for Map #7
Wrote input for Map #8
Wrote input for Map #9
Starting Job
14/08/10 19:51:55 INFO mapred.FileInputFormat: Total input paths to process : 10
14/08/10 19:51:57 INFO mapred.JobClient: Running job: job_201408101951_0001
14/08/10 19:51:58 INFO mapred.JobClient: map 0% reduce 0%
14/08/10 19:54:13 INFO mapred.JobClient: map 20% reduce 0%
14/08/10 19:54:47 INFO mapred.JobClient: map 30% reduce 0%
14/08/10 19:54:54 INFO mapred.JobClient: map 50% reduce 0%
14/08/10 19:54:56 INFO mapred.JobClient: map 60% reduce 0%
14/08/10 19:55:12 INFO mapred.JobClient: map 60% reduce 20%
14/08/10 19:55:26 INFO mapred.JobClient: map 80% reduce 20%
14/08/10 19:55:29 INFO mapred.JobClient: map 90% reduce 20%
14/08/10 19:55:30 INFO mapred.JobClient: map 100% reduce 20%
14/08/10 19:55:31 INFO mapred.JobClient: map 100% reduce 26%
14/08/10 19:55:40 INFO mapred.JobClient: map 100% reduce 100%

```

图12-1 计算pi的测试结果（部分截图）

访问Hadoop提供的管理页面，Map/Reduce管理地址：
<http://192.168.1.20:50030/>，如图12-2所示。

SN2013-08-020 Hadoop Map/Reduce Administration									
State: RUNNING									
Started: Fri Aug 22 22:15:42 CST 2014									
Version: 1.2.1. r1503152									
Compiled: Mon Jul 22 15:23:09 PDT 2013 by mattf									
Identifier: 201408222215									
SafeMode: OFF									
Cluster Summary (Heap Size is 7.31 MB/966.69 MB)									
Running Map Tasks	Running Reduce Tasks	Total Submissions	Nodes	Occupied Map Slots	Occupied Reduce Slots	Reserved Map Slots	Reserved Reduce Slots	Map Task Capacity	Reduce Task Capacity
0	0	0	2	0	0	0	0	4	4

图12-2 Map/Reduce管理界面（部分截图）

HDFS存储管理地址：<http://192.168.1.20:50070/>，如图12-3所示。

NameNode 'SN2013-08-020:9000'

Started: Fri Aug 22 22:14:01 CST 2014

Version: 1.2.1, r1503152

Compiled: Mon Jul 22 15:23:09 PDT 2013 by mattf

Upgrades: There are no upgrades in progress.

[Browse the filesystem](#)

[Namenode Logs](#)

Cluster Summary

31 files and directories, 9 blocks = 40 total. Heap Size is 15.38 MB / 966.69 MB (1%)

Configured Capacity	:	8.56 GB
DFS Used	:	456 KB
Non DFS Used	:	764.23 MB
DFS Remaining	:	7.82 GB
DFS Used%	:	0.01 %
DFS Remaining%	:	91.28 %
Live Nodes	:	2
Dead Nodes	:	0

图12-3 HDFS管理界面（部分截图）

12.3 使用Python编写MapReduce

Map与Reduce为两个独立函数，为了加快各节点的处理速度，使用并行的计算方式，map运算的结果再由reduce继续进行合并。例如，要统计图书馆有多少本书籍，首先一人一排进行统计（map），其次将每个人的统计结果进行汇总（reduce），最终得出总数。Hadoop除了提供原生态的Java来编写MapReduce任务，还提供了其他语言操作的API——Hadoop Streaming，它通过使用标准的输入与输出来实现map与reduce之前传递数据，映射到Python中便是sys.stdin输入数据、sys.stdout输出数据。其他业务逻辑也直接在Python中编写。

下面实现一个统计文本文件（/home/test/hadoop/input.txt）中所有单词出现的词频功能，分别使用原生Python与框架方式来编写mapreduce。文本文件内容如下：

【/home/test/hadoop/input.txt】

```
foo foo quux labs foo bar quux abc bar see you by test welcome test
abc labs foo me python hadoop ab ac bc bec python
```

12.3.1 用原生Python编写MapReduce详解

（1）编写Map代码

见下面的mapper.py代码，它会从标准输入（stdin）读取数据，默认以空格分割单词，然后按行输出单词及其词频到标准输出（stdout），不过整个Map处理过程并不会统计每个单词出现的总次数，而是直接输出“word 1”，以便作为Reduce的输入进行统计，要求mapper.py具备可执行权限，执行chmod+x/home/test/hadoop/mapper.py。

【/home/test/hadoop/mapper.py】

```
#!/usr/bin/env python
import sys
#输入为标准输入stdin;
for line in sys.stdin:
    #删除开头和结尾的空格;
    line = line.strip()
    #以默认空格分隔行单词到words列表;
    words = line.split()
```

```
for word in words:
    #输出所有单词，格式为“单词，1”以便作为Reduce的输入；
    print '%s\t%s' % (word, 1)
```

(2) 编写Reduce代码

见下面的reducer.py代码，它会从标准输入（stdin）读取mapper.py的结果，然后统计每个单词出现的总次数并输出到标准输出（stdout），要求reducer.py同样具备可执行权限，执行chmod+x/home/test/hadoop/reducer.py。

【/home/test/hadoop/reducer.py】

```
#!/usr/bin/env python
from operator import itemgetter
import sys
current_word = None
current_count = 0
word = None
# 获取标准输入，即mapper.py的输出；
for line in sys.stdin:
    #删除开头和结尾的空格；
    line = line.strip()
    # 解析mapper.py输出作为程序的输入，以tab作为分隔符；
    word, count = line.split('\t', 1)
    # 转换count从字符型成整型；
    try:
        count = int(count)
    except ValueError:
        # count非数字时，忽略此行；
        continue
    # 要求mapper.py的输出做排序（sort）操作，以便对连续的word做判断；
    if current_word == word:
        current_count += count
    else:
        if current_word:
            # 输出当前word统计结果到标准输出
            print '%s\t%s' % (current_word, current_count)
            current_count = count
            current_word = word
# 输出最后一个word统计
if current_word == word:
    print '%s\t%s' % (current_word, current_count)
```

(3) 测试代码

我们可以在Hadoop平台运行之前在本地进行测试，校验mapper.py与reducer.py运行的结果是否正确，测试结果如图12-4所示。

测试reducer.py时需要 mapper.py 的输出做排序（sort）操作，当

然，Hadoop环境会自动实现排序，如图12-5所示。

(4) 在Hadoop平台运行代码

首先在HDFS上创建文本文件存储目录，本示例中为/user/root/word，运行命令：

```
# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -mkdir /user/root/word
```

上传文件至HDFS，本示例中为/home/test/hadoop/input.txt，如果有多个文件，可采用以下方法进行操作，因为Hadoop分析目标默认针对目录，目录下的文件都在运算范围中。

```
# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop fs -put /home/test/hadoop/input.txt /user/root/word/
# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -ls /user/root/word/
Found 1 items
-rw-r--r--          2   root   supergroup           118    2014-02-10    09: 49
/user/root/word/input.txt
```

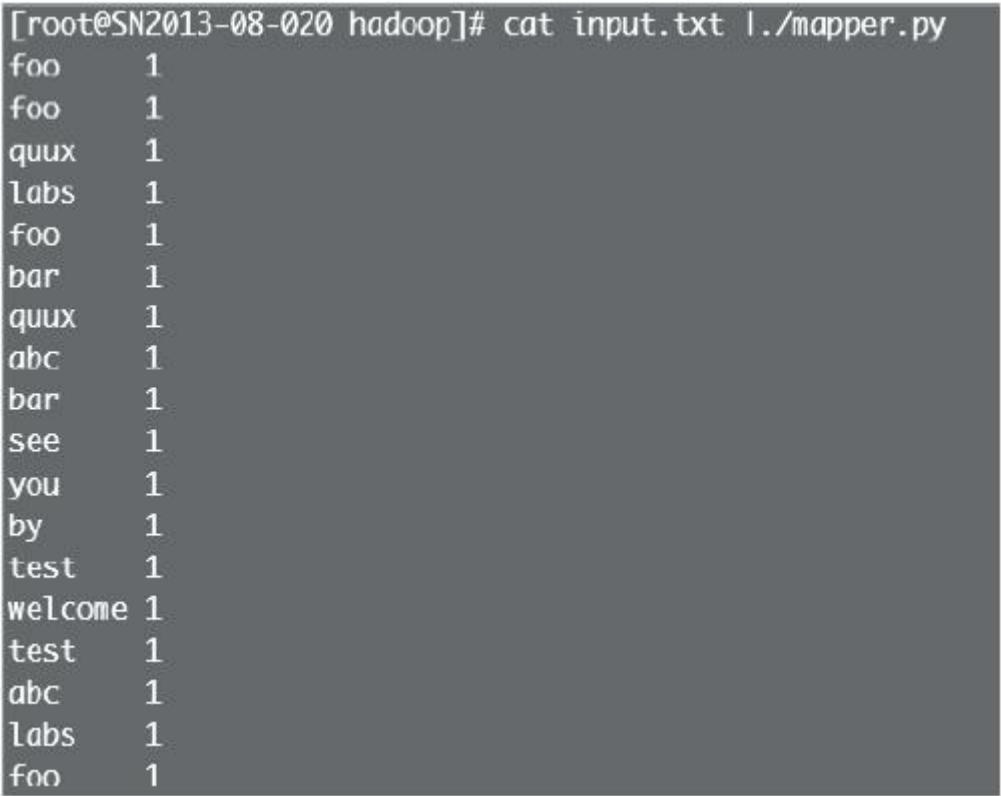


图12-4 mapper执行结果（部分截图）

```
[root@SN2013-08-020 hadoop]# cat input.txt | ./mapper.py | sort -k1,1 | ./reducer.py
ab      1
abc     2
ac      1
bar     2
bc      1
bec     1
by      1
foo     4
hadoop  1
labs    2
me      1
python  2
quux    2
see     1
test    2
welcome 1
you     1
```

图12-5 reducer执行结果

下一步便是关键的执行MapReduce任务了，输出结果文件指定/output/word，执行以下命令：

```
# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop jar /usr/local/hadoop-1.2.1/contrib/streaming/hadoop-streaming-1.2.1.jar -file ./mapper.py -mapper ./mapper.py -file ./reducer.py -reducer ./reducer.py -input /user/root/word -output /output/word
```

图12-6为返回的执行结果，可以看到map及reduce计算的百分比进度。

```
[root@SN2013-08-020 hadoop]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop jar /usr/local/hadoop-1.2.1/contrib/streaming/hadoop-streaming-1.2.1.jar -file ./mapper.py -mapper ./mapper.py -file ./reducer.py -reducer ./reducer.py -input /user/root/word -output /output/word
packageJobJar: [/mapper.py, ./reducer.py, /data/tmp/hadoop-root/hadoop-unjar5365959309140058570/] [] /tmp/streamjob31424838332804003.jar tmpDir=null
14/08/10 22:50:09 INFO util.NativeCodeLoader: Loaded the native-hadoop library
14/08/10 22:50:09 WARN snappy.LoadSnappy: Snappy native library not loaded
14/08/10 22:50:09 INFO mapred.FileInputFormat: Total input paths to process : 1
14/08/10 22:50:11 INFO streaming.StreamJob: getLocalDirs(): [/data/tmp/hadoop-root/mapred/local]
14/08/10 22:50:11 INFO streaming.StreamJob: Running job: job_201408101951_0002
14/08/10 22:50:11 INFO streaming.StreamJob: To kill this job, run:
14/08/10 22:50:11 INFO streaming.StreamJob: /usr/local/hadoop-1.2.1/libexec/bin/hadoop job -Dmapred.job.tracker=192.168.1.20:9001 -kill job_201408101951_0002
14/08/10 22:50:11 INFO streaming.StreamJob: Tracking URL: http://SN2013-08-020:50030/jobdetails.jsp?jobid=job_201408101951_0002
14/08/10 22:50:12 INFO streaming.StreamJob: map 0% reduce 0%
14/08/10 22:51:40 INFO streaming.StreamJob: map 50% reduce 0%
14/08/10 22:52:34 INFO streaming.StreamJob: map 100% reduce 0%
14/08/10 22:52:38 INFO streaming.StreamJob: map 100% reduce 17%
14/08/10 22:52:46 INFO streaming.StreamJob: map 100% reduce 100%
14/08/10 22:52:50 INFO streaming.StreamJob: Job complete: job_201408101951_0002
14/08/10 22:52:50 INFO streaming.StreamJob: Output: /output/word
```

图12-6 执行MapReduce任务结果

访问<http://192.168.1.20:50030/jobtracker.jsp>，点击生成的Jobid，查看mapreduce job信息，如图12-7所示。

Kind	% Complete	Num Tasks	Pending	Running	Complete	Killed	Failed/Killed Task Attempts
map	100.00%	2	0	0	2	0	0 / 1
reduce	100.00%	1	0	0	1	0	0 / 0

	Counter	Map	Reduce	Total
File Input Format Counters	Bytes Read	0	0	177
Job Counters	SLOTS_MILLIS_MAPS	0	0	134,819
	Launched reduce tasks	0	0	1
	Total time spent by all reduces waiting after reserving slots (ms)	0	0	0
	Total time spent by all maps waiting after reserving slots (ms)	0	0	0
	Launched map tasks	0	0	3
	Data local map tasks	0	0	3

图12-7 Web查看mapreduce job信息（部分截图）

查看生成的分析结果文件清单，其中/output/word/part-00000为分析结果文件，如图12-8所示。

```
[root@SN2013-08-020 hadoop]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -ls /output/word
Found 3 items
-rw-r--r--  2 root supergroup          0 2014-08-10 22:52 /output/word/_SUCCESS
drwxr-xr-x  - root supergroup          0 2014-08-10 22:50 /output/word/_logs
-rw-r--r--  2 root supergroup       110 2014-08-10 22:52 /output/word/part-00000
[root@SN2013-08-020 hadoop]#
```

图12-8 任务输出文件清单

最后查看结果数据，图12-9显示了单词个数统计的结果，整个分析过程结束。

```
[root@SN2013-08-020 hadoop]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -cat /output/word/part-00000
ab      1
abc     2
ac      1
bar     2
bc      1
bec     1
by      1
foo     4
hadoop  1
labs    2
me      1
python  2
quux    2
see     1
test    2
welcome 1
you     1
```

图12-9 查看结果文件part-00000内容



提示 HDFS常用操作命令有：

- 1) 创建目录，示例：bin/hadoop dfs-mkdir/data/root/test。
- 2) 列出目录清单，示例：bin/hadoop dfs-ls/data/root。
- 3) 删除文件或目录，示例：bin/hadoop fs-rmr/data/root/test。
- 4) 上传文件，示例：bin/hadoop fs-put/home/test/hadoop/*.txt/data/root/test。
- 5) 查看文件内容，示例：bin/hadoop dfs-cat/output/word/part-00000。

12.3.2 用Mrjob框架编写MapReduce详解

Mrjob (<http://pythonhosted.org/mrjob/index.html>) 是一个编写MapReduce任务的开源Python框架，它实际上对Hadoop Streaming的命令行进行了封装，因此接触不到Hadoop的数据流命令行，使我们可以更轻松、快速编写MapReduce任务。Mrjob具有如下特点。

- 1) 代码简洁，map及reduce函数通过一个Python文件就可以搞定；
- 2) 支持多步骤的MapReduce任务工作流；
- 3) 支持多种运行方式，包括内嵌方式、本地环境、Hadoop、远程亚马逊；
- 4) 支持亚马逊网络数据分析服务Elastic MapReduce (EMR)；
- 5) 调试方便，无须任何环境支持。

安装Mrjob要求环境为Python 2.5及以上版本，源码下载地址：<https://github.com/yelp/mrjob>。

```
# pip install mrjob          #PyPI安装方式
# python setup.py install    #源码安装方式
```

回到实现一个统计文本文件 (/home/test/hadoop/input.txt) 中所有单词出现的词频功能，Mrjob通过mapper () 与reducer () 方法实现了MR操作，实现代码如下：

```
from mrjob.job import MRJob
class MRWordCounter(MRJob):
    def mapper(self, key, line):
        for word in line.split():
            yield word, 1
    def reducer(self, word, occurrences):
        yield word, sum(occurrences)
if __name__ == '__main__':
    MRWordCounter.run()
```

可以看出代码行数只是原生Python的1/3，逻辑也比较清晰，代码中包含了mapper、reducer函数。mapper函数接收每一行的输入数据，处理后返回一对key: value，初始化value为数据1；reducer接收mapper输出的key-value对进行整合，把相同key的value作累加（sum）操作后输出。Mrjob利用Python的yield机制将函数变成一个Generators（生成器），通过不断调用next（）去实现key-value的初始化或运算操作。前面介绍Mrjob支持四种运行方式，包括内嵌（-r inline）、本地（-r local）、Hadoop（-r hadoop）、Amazon EMR（-r emr），下面主要介绍前三者的运行方式。

（1）内嵌（-r inline）方式

特点是调试方便，启动单一进程模拟任务执行状态及结果，默认（-r inline）可以省略，输出文件使用“>output-file”或“-o output-file”。下面两条命令是等价的：

```
# python word_count.py -r inline input.txt >output.txt
# python word_count.py input.txt -o output.txt
```

输出文件output.txt内容见图12-10。

```
[root@SN2013-08-020 hadoop]# cat output.txt
"ab"      1
"abc"     2
"ac"      1
"bar"     2
"bc"      1
"bec"     1
"by"      1
"foo"     4
"hadoop"   1
"labs"     2
"me"       1
"python"   2
"quux"     2
"see"      1
"test"     2
"welcome"  1
"you"      1
```

图12-10 查看输出output.txt文件内容

（2）本地（-r local）方式

用于本地模拟Hadoop调试，与内嵌（inline）方式的区别是启动多进程执行每一个任务，如：

```
# python word_count.py -r local input.txt >output.txt
```

执行的结果与inline一样，只是运行过程存在差异。

（3）Hadoop（-r hadoop）方式

用于Hadoop环境，支持Hadoop运行调度控制参数，如：

- 指定Hadoop任务调度优先级（VERY_HIGH|HIGH），如，`--jobconf mapreduce.job.priority=VERY_HIGH`。
- Map及Reduce任务个数限制，如，`--jobconf mapred.map.tasks=10--jobconf mapred.reduce.tasks=5`。

注意，执行之前需要指定Hadoop环境变量，执行结果见图12-11。

访问<http://192.168.1.20:50030/jobtracker.jsp>，显示的最后一行便是任务执行的信息，从中可以看到任务的优先级、map及reduce的总数，如图12-12所示。

查看Hadoop分析结果文件，内容见图12-13。

Mrjob框架的介绍告一段落，下一节重点以实际案例进行说明。

```
[root@SN2013-08-020 hadoop]# export HADOOP_HOME=/usr/local/hadoop-1.2.1
[root@SN2013-08-020 hadoop]# python word_count.py -r hadoop --jobconf mapreduce.job.priority=VERY_HIGH --jobconf mapred.map.tasks=2 --jobconf mapreduce.reduce.tasks=1 -o hdfs:///output/hadoop_word hdfs:///user/root/word
no configs found; falling back on auto-configuration
no configs found; falling back on auto-configuration
creating tmp directory /tmp/word_count.root.20140810.150905.175991
writing wrapper script to /tmp/word_count.root.20140810.150905.175991/setup-wrapper.sh
Copying local files into hdfs:///user/root/tmp/mrjob/word_count.root.20140810.150905.175991/files/
Using Hadoop version 1.2.1
Detected hadoop configuration property names that do not match hadoop version 1.2.1:
The have been translated as follows
  mapreduce.job.priority: mapred.job.priority
HADOOP: Warning: $HADOOP_HOME is deprecated.
HADOOP:
HADOOP: packageJobJar: [/data/tmp/hadoop-root/hadoop-unjar8783376954064493/38/] [] /tmp/streamjob469239559566690487.jar tmpDir=null
HADOOP: Loaded the native-hadoop library
HADOOP: Snappy native library not loaded
HADOOP: Total input paths to process : 1
HADOOP: getLocalDirs(): [/data/tmp/hadoop-root/mapred/local]
HADOOP: Running job: job_201408101951_0003
HADOOP: To kill this job, run:
HADOOP: /usr/local/hadoop-1.2.1/libexec/../bin/hadoop job -Dmapred.job.tracker=192.168.1.20:9001 -kill job_201408101951_0003
HADOOP: Tracking URL: http://SN2013-08-020:50030/jobdetails.jsp?jobid=job_201408101951_0003
HADOOP: map 0% reduce 0%
HADOOP: map 50% reduce 0%
HADOOP: map 100% reduce 0%
```

图12-11 任务执行结果（部分截图）

Completed Jobs

Jobid	Started	Priority	User	Name	Map % Complete	Map Total	Maps Completed	Reduce % Complete
job_201408222215_0001	Fri Aug 22 22:28:11 CST 2014	NORMAL	root	streamJob4197546037759856201.jar	100.00%	2	2	100.00%
job_201408222215_0002	Fri Aug 22 22:36:58 CST 2014	VERY_HIGH	root	streamJob6340565803234573884.jar	100.00%	2	2	100.00%

图12-12 已完成任务清单（部分截图）

```
[root@SN2013-08-020 hadoop]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -cat /output/hadoop_word/part-00000
"ab" 1
"abc" 2
"ac" 1
"bar" 2
"bc" 1
"bec" 1
"by" 1
"foo" 4
"hadoop" 1
"labs" 2
"me" 1
"python" 2
"quux" 2
"see" 1
"test" 2
"welcome" 1
"you" 1
```

图12-13 查看任务结果文件内容

12.4 实战分析

在互联网企业中，随着业务量、访问量的不断增长，用户产生的数据也越来越大，如何处理大数据的存储与分析问题呢？比如Web服务器的访问log，当日志只有GB单位大小时，我们还可以勉强通过shell、awk进行分析，当达到上百GB，甚至上PB级别时，通过脚本的方式已经力不从心了。另外一个待解决的问题就是数据存储。Hadoop很好地解决了这两个问题，即分布式存储与计算。下面将通过示例介绍如何从Web日志中快速获取访问流量、HTTP状态信息、用户IP信息、连接数/分钟统计等。

12.4.1 示例场景

站点www.website.com共有5台Web设备，日志文件存放位置：/data/logs/日期（20140215）/access.log，日志为默认的Apache定义格式，如：

```
125.26.28.8      -      -      [01/Aug/2010: 09: 56: 53      +0700]      "GET
/teacher/jitra/image/pen.gif      HTTP/1.1"      200      12014
"http: //www.kpsw.ac.th/teacher/jitra/page4.htm"      "Mozilla/4.0
(compatible; MSIE 8.0; Windows NT 5.1; Trident/4.0; GTB6.5;
InfoPath.1; .NET CLR 2.0.50727; yie8) "
125.26.28.8 - - [01/Aug/2010: 09: 56: 53 +0700] "GET /favicon.ico HTTP/1.1"
200 1187 "-" "Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 8.0; Windows NT 5.1;
Trident/4.0; GTB6.5; InfoPath.1; .NETCLR 2.0.50727; yie8) "
66.249.65.37 - - [01/Aug/2010: 09: 57: 59 +0700] "GET /picture/49-
02/DSC02630.jpg HTTP/1.1" 200 79220 "-" "Googlebot-Image/1.0"
66.249.65.37 - - [01/Aug/2010: 09: 59: 19 +0700] "GET
/elearning/index.php? cal_m=2&cal_y=2011 HTTP/1.1" 200 9232 "-"
"Mozilla/5.0 (compatible; Googlebot/2.1;
+http: //www.google.com/bot.html) "
```

共有12列数据（空格分隔），分别为：①客户端IP；②空白（远程登录名称）；③空白（认证的远程用户）；④请求时间；⑤UTC时差；⑥方法；⑦资源；⑧协议；⑨状态码；⑩发送字节数；**⑪** 访问来源；**⑫** 客户浏览器信息（不具体拆分）。

接下来在5台Web服务器部署HDFS的客户端，以便定期上传Web日

志到HDFS存储平台，最终实现分布式计算。需要安装（JDK配置环境变量）、Hadoop（原版tar包解析即可），详细见12.2相关内容。添加上传日志功能作业到crontab，内容如下：

```
55 23 * * * /usr/bin/python /home/test/hadoop/hdfspu.py >> /dev/null 2>&1
```

通过subprocess.Popen（）方法调用Hadoop HDFS相关外部命令，实现创建HDFS目录及客户端文件上传，详细代码如下：

【/home/test/hadoop/hdfspu.py】

```
import subprocess
import sys
import datetime
webid="web1" #HDFS存储日志标志，其他Web服务器分别为web2、web3、web4、web5
currdate=datetime.datetime.now().strftime('%Y%m%d')
logspath="/data/logs/"+currdate+"/access.log" #日志本地路径
logname="access.log."+webid #HDFS存储日志名
try:
    subprocess.Popen(["/usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop", "dfs", "-mkdir", "hdfs: //192.168.1.20: 9000/user/root/website.com/"+currdate], stdout=subprocess.PIPE)
    #创建HDFS目录，目录格式： website.com/20140205
except Exception, e:
    pass
putinfo=subprocess.Popen(["/usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop", "dfs", "-put", logspath, "hdfs: //192.168.1.20: 9000/user/root/website.com/"+currdate+"/"+logname], stdout=subprocess.PIPE) #上传本地日志到HDFS
for line in putinfo.stdout:
    print line
```

在crontab定时作业运行后，5台Web服务器的日志在HDFS上的信息如下：

#	/usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop	dfs	-ls
/user/root/website.com/20140215			
Found 5 items			
-rw-r--r--	3 root supergroup 156541746	2014-02-15	23: 55
/user/root/website.com/20140215/access.log.web1			
-rw-r--r--	3 root supergroup 251245315	2014-02-15	23: 53
/user/root/website.com/20140215/access.log.web2			
-rw-r--r--	3 root supergroup 134256412	2014-02-15	23: 55
/user/root/website.com/20140215/access.log.web3			
-rw-r--r--	3 root supergroup 192314554	2014-02-15	23: 54
/user/root/website.com/20140215/access.log.web4			
-rw-r--r--	3 root supergroup 183267834	2014-02-15	23: 55
/user/root/website.com/20140215/access.log.web5			

截至目前，数据的分析源已经准备就绪，接下来的工作便是分析了。

12.4.2 网站访问流量统计

网站访问流量作为衡量一个站点的价值、热度的重要标准，另外在CDN服务中流量会涉及计费，如何快速准确分析当前站点的流量数据至关重要，当然，使用Mrjob可以很轻松实现此类需求。下面实现精确到分钟统计网站访问流量，原理是在mapper操作时将Web日志中小时的每分钟作为key，将对应的行发送字节数作为value，在reducer操作时对相同key作累加（sum）统计，详细源码如下：

【/home/test/hadoop/httpflow.py】

```
from mrjob.job import MRJob
import re
class MRCounter (MRJob):
    def mapper (self, key, line):
        i=0
        for flow in line.split():
            if i==3:    #获取时间字段，位于日志的第4列，内容如"[06/Aug/2010: 03:
19: 44"
                timerow= flow.split(": ")
                hm=timerow[1]+": "+timerow[2]    #获取"小时：分钟"，作为key
                if i==9 and re.match(r"\d{1, }", flow):    #获取日志第10列-发送的
字节数，
                作为value
                    yield hm, int(flow)    #初始化key: value
                i+=1
    def reducer (self, key, occurrences):
        yield key, sum(occurrences)    #相同key"小时：分钟"的value作累加操作
if __name__ == '__main__':
    MRCounter.run()
```

生成Hadoop任务，运行：

```
# python /home/test/hadoop/httpflow.py -r hadoop --jobconf
mapreduce.job.priority=VERY_HIGH -o hdfs: ///output/httpflow
hdfs: ///user/root/website.com/20140215
```

分析结果见图12-14。


```
[root@SN2013-08-020 ~]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -cat /output/httpflow/part-00000
"00:00" 4731254
"00:01" 4557274
"00:02" 443708
"00:03" 2922156
"00:04" 5610388
"00:05" 4933596
"00:06" 3108722
"00:07" 3279875
"00:08" 2484360
"00:09" 8413486
"00:10" 5809532
"00:11" 1343297
"00:12" 430592
"00:13" 3691867
```

图12-14 任务分析结果（部分截图）

建议将分析结果数据定期入库MySQL，利用MySQL灵活、丰富的SQL支持，可以很方便地对数据进行加工，轻松输出比较美观的数据报表。图12-15为网站一天的流量趋势图。

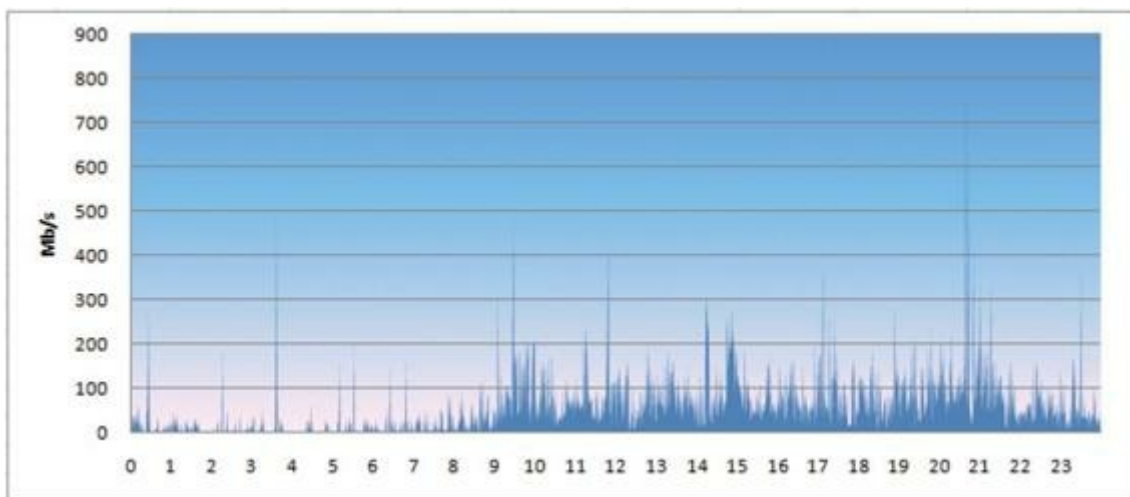


图12-15 业务流量趋势图

12.4.3 网站HTTP状态码统计

统计一个网站的HTTP状态码比例数据，可以帮助我们了解网站的可用度及健康状态，比如我们关注的200、404、5xx状态等。在此示例中我们利用Mrjob的多步调用的形式来实现，除了基本的mapper、reducer方法外，还可以添加自定义处理方法，在steps中添加调用即可，详细源码如下：

【/home/test/hadoop/httpstatus.py】

```
from mrjob.job import MRJob
import re
class MRCounter(MRJob):
    def mapper(self, key, line):
        i=0
```



```

        for httpcode in line.split():
            if i==8 and re.match(r"\d{1,3}", httpcode): #获取日志中HTTP状态码段，作为key
                yield httpcode, 1 #初始化key: value, value计数为1，方便reducer作累加
            i+=1
    def reducer(self, httpcode, occurrences):
        yield httpcode, sum(occurrences) #对排序后的key对应的value作sum累加
    def steps(self):
        return [self.mr (mapper=self.mapper), #在steps方法中添加调用队列
                self.mr (reducer=self.reducer)]
if __name__ == '__main__':
    MRCounter.run()

```

生成hadoop任务，分析数据源保持不变，输出目录改成/output/httpstatus，执行：

```

# python /home/test/hadoop/httpstatus.py -r hadoop --jobconf
mapreduce.job.priority=VERY_HIGH -o hdfs: ///output/httpstatus
hdfs: ///user/root/website.com/20140215

```

分析结果见图12-16。



```

[root@SN2013-08-020 ~]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -cat /output/httpstatus/part-00000
"200" 412334
"206" 19365
"301" 1594
"302" 44
"303" 412
"304" 127633
"400" 1
"404" 15499
"405" 72
"416" 12
"501" 2
"503" 31

```

图12-16 任务分析结果

我们可以根据结果数据输出比例饼图，如图12-17所示。

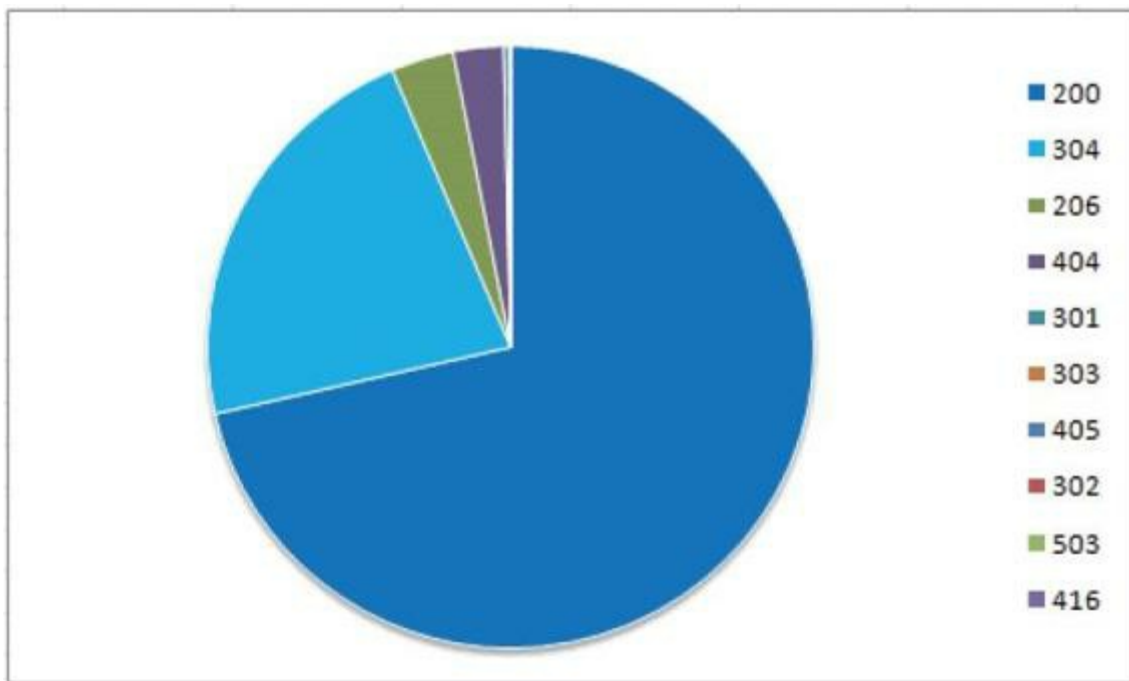


图12-17 生成HTTP状态码饼图

12.4.4 网站分钟级请求数统计

一个网站的请求量大小，直接关系到网站的访问质量，非常有必要对该数据进行分析且关注。本示例以分钟为单位对网站的访问数进行统计，原理与12.4.2类似，区别是value初始为1，以便作累加统计，详细源码如下：

【/home/test/hadoop/http_minute_conn.py】

```

from mrjob.job import MRJob
import re
class MRCounter(MRJob):
    def mapper(self, key, line):
        i=0
        for dt in line.split():
            if i==3: #获取时间字段，位于日志的第4列，内容如"[06/Aug/2010: 03:
19: 44"
                timerow= dt.split(": ")
                hm=timerow[1]+": "+timerow[2] #获取“小时：分钟”，作为key
                yield hm, 1 #初始化key: value, value计数为1，方便reducer作累加
            i+=1
    def reducer(self, key, occurrences):
        yield key, sum(occurrences)
if __name__ == '__main__':
    MRCounter.run()

```

生成Hadoop任务，输出目录/output/http_minute_conn，执行：

```
# python /home/test/hadoop/http_minute_conn.py -r hadoop --jobconf
```

分析结果见图12-18。



```
[root@SN2013-08-020 ~]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -cat /output/http_minute_conn/part-00000
"00:00" 58
"00:01" 168
"00:02" 43
"00:03" 166
"00:04" 105
"00:05" 208
"00:06" 126
"00:07" 223
"00:08" 242
"00:09" 50
"00:10" 134
"00:11" 45
"00:12" 21
"00:13" 32
```

图12-18 任务分析结果（部分截图）

12.4.5 网站访问来源IP统计

统计用户的访问来源IP可以更好地了解网站的用户分布，同时也可以帮助安全人员捕捉攻击来源。实现原理是定义匹配IP正则字符串作为key，将value初始化为1，执行reducer操作时作累加（sum）统计，详细源码如下：

【/home/test/hadoop/ipstat.py】

```
from mrjob.job import MRJob
import re
IP_RE = re.compile(r"\d{1,3}\.\d{1,3}\.\d{1,3}\.\d{1,3}") #定义IP正则匹配
class MRCounter(MRJob):
    def mapper(self, key, line):
        #匹配IP正则后生成key: value, 其中key为IP地址, value初始值为1
        for ip in IP_RE.findall(line):
            yield ip, 1
    def reducer(self, ip, occurrences):
        yield ip, sum(occurrences)
if __name__ == '__main__':
    MRCounter.run()
```

生成Hadoop任务，输出目录/output/ipstat，执行：

```
# python /home/test/hadoop/ipstat.py -r hadoop --jobconf
mapreduce.job.priority=VERY_HIGH -o hdfs: ///output/ipstat
hdfs: ///user/root/website.com/20140215
```

分析结果见图12-19。

```
[root@SN2013-08-020 ~]# /usr/local/hadoop-1.2.1/bin/hadoop dfs -cat /output/ipstat/part-00000
"1.8.1.20"      1098
"1.8.1.6"       11
"1.8.1.7"       19
"1.9.0.1"       426
"1.9.0.10"      120
"1.9.0.11"      18
"1.9.0.13"      10
"1.9.0.14"       7
"1.9.0.6"        4
"1.9.0.7"       33
"1.9.0.8"       60
"1.9.1.1"       58
"1.9.1.10"      174
"1.9.1.11"     3203
"1.9.1.2"       322
"1.9.1.3"       492
```

图12-19 任务分析结果（部分截图）

12.4.6 网站文件访问统计

通过统计网站文件的访问次数可以帮助运维人员了解访问最集中的文件，以便进行有针对性的优化，比如调整静态文件过期策略、优化动态cgi的执行速度、拆分业务逻辑等。实现原理是将访问文件作为key，初始化value为1，执行reducer时作累加（sum）统计，详细源码如下：

【/home/test/hadoop/httpfile.py】

```
from mrjob.job import MRJob
import re
class MRCounter(MRJob):
    def mapper(self, key, line):
        i=0
        for url in line.split():
            if i==6:          #获取日志中URL文件资源字段，作为key
                yield url, 1
            i+=1
    def reducer(self, url, occurrences):
        yield url, sum(occurrences)
if __name__ == '__main__':
    MRCounter.run()
```

执行结果如图12-20所示。

```

"/Image/ginfo1.gif"      49
"/Image/help.gif"        49
"/Image/iconnew.gif"     51
"/Image/information.jpg" 49
"/Image/left_botm.gif"  154
"/Image/line.gif"        116
"/Image/link.jpg"        50
"/Image/logoamphoe.gif" 49
"/Image/nayok.jpg"       50
"/Image/new.gif"         50
"/Image/pub18.gif"       49
"/Image/right_botm.gif"  154
"/Images/logoweb_01.gif"  2
"/Information/form_Information01.php" 6
"/Information/form_Information02.php" 5

```

图12-20 任务分析结果（部分截图）

同理，我们可以使用以上方法对User-Agent域进行分析，包括浏览器类型及版本、操作系统及版本、浏览器内核等信息，为更好地提升用户体验提供数据支持。



参考提示 12.2.1小节原生Python编写mapreduce示例参考

<http://www.michael-noll.com/tutorials/writing-an-hadoop-mapreduce-program-in-python/>。

第三部分 案例篇

- 第13章 从零开始打造B/S自动化运维平台
- 第14章 打造Linux系统安全审计功能
- 第15章 构建分布式质量监控平台
- 第16章 构建桌面版C/S自动化运维平台

第13章 从零开始打造B/S自动化运维平台

随着企业业务的不断发展，在运营方面，如何保障业务的高可用及服务质量，系统管理员将面临越来越多的挑战。目前，很多企业还处在传统的“半自动化”状态，一旦出现运维事故，技术部的每个人都会加入“救火”行列，最后弄得疲惫不堪。因此，构建高效的运营模式已迫在眉睫，可以从以下几个方面入手，包括定制符合企业特点的IT制度、流程规范、质量与成本管理、运营效率建设等。本章将介绍如何使用Python从零开始打造一个易用、扩展性强、安全、高效的自动化运维平台，从而提高运营人员的工作效率。

13.1 平台功能介绍

作为ITIL体系当中的一部分，本平台同样遵循ITIL标准设计规范。OMServer是本平台的名称，后面的内容将使用它作为平台的称号。OMServer实现了一个集中式的Linux集群管理基础平台，提供了模块扩展的支持，可以随意添加集群操作任务模块，服务器端模块支持前端HTML表单参数动态定制，可灵活实现日常运维远程操作、文件分发等任务；在安全方面，采用加密（RC4算法）指令传输、操作日志记录、分离Web Server与主控设备等；在效率方面，管理员只需选择操作目标对象及操作模块即可完成一个现网变更任务。另外，在用户体验方面，采用前端异步请求，模拟Linux终端效果接收返回串。任何人都可以根据自身的业务特点对OMServer平台进行扩展，比如与现有资产平台进行对接，或整合到现有的运营平台当中。平台首页如图13-1所示。

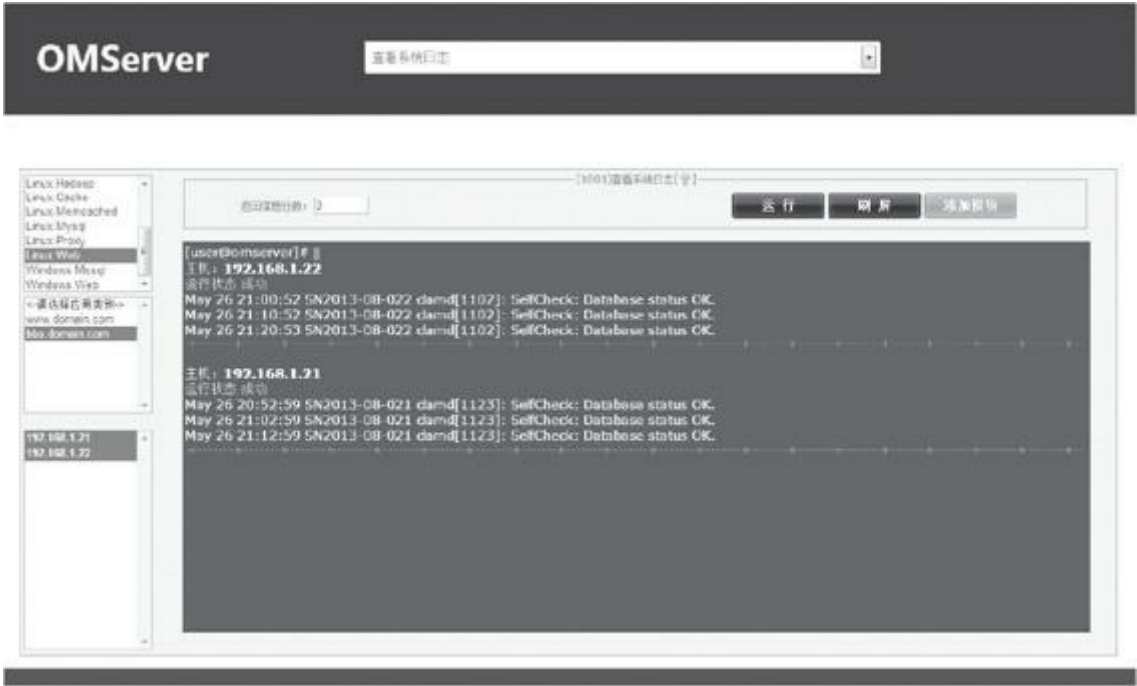


图13-1 平台首页界面

13.2 系统构架设计

OMServer平台采用了三层设计模式，第一层为Web交互层，采用了Django+prototype.js+MySQL实现，服务器端采用了Nginx+uwsgi构建高效的Web服务；第二层为分布式计算层，采用rpyc分布式计算框架实现，作为第一层与第三层的数据交互及实现主控端物理分离，提高整体安全性，同时具备第三层的多机服务的能力；第三层为集群主控端服务层，支持Saltstack、Ansible、Func等平台。具体见如图13-2所示的系统架构图。



图13-2 系统架构图

从图13-2可以看出系统的三个层次，首先管理员向OMServer平台所在Web服务器发起HTTP请求，OMServer接收HTTP POST的数据并采用“RC4+b64encode+密钥key”进行加密，再作为rpyc客户端向rpyc服务器发送加密指令串，rpyc服务器端同时也是Saltstack、Ansible、Func等的主控端，主控端将接收到的数据通过“RC4+b64decode+密钥key”进行解密，解析成OMServer调用的任务模块，结合Saltstack、Ansible或Func向目标业务服务器集群发送执行任务，执行完毕后，将返回的执行结果加解密处理，最后逐级返回给系统管理员，整个任务模块分发执行流程结束。

13.3 数据库结构设计

13.3.1 数据库分析

OMServer平台采用了开源数据库MySQL作为数据存储，将数据库命名为OMServer，该数据库总共有4张表，表信息说明如下。

- server_fun_categ: 服务功能分类表。
- server_app_categ: 服务应用分类表。
- server_list: 服务器列表。
- module_list: 模块列表。

13.3.2 数据字典

server_fun_categ服务功能分类表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
ID	int(11)		NO	是	服务功能分类 ID
server_categ_name	char(20)		NO		服务功能分类名称

server_app_categ服务应用分类表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
ID	int(11)		NO	是	服务应用分类 ID
server_categ_id	int(11)				服务功能分类 ID
app_categ_name	char(30)		NO		服务应用分类名称

server_list服务器列表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
server_name	char(13)		NO		主机名称
server_wip	char(15)		NO		主机外网 IP
server_lip	char(12)		NO		主机内网 IP
server_op	char(10)		NO		主机操作系统
server_app_id	int(11)		NO		服务应用分类 ID

module_list模块列表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
ID	int(11)		NO	是	模块 ID 号
module_name	char(20)		NO		模块名称
module_caption	char(255)		NO		模块功能描述
module_extend	varchar(2000)		NO		模块前端扩展

13.3.3 数据库模型

在ITIL体系中有一种比较典型的资产定义方法，即采用“功能分类”作为根类，其子类为“应用分类”，在最小单位的“服务器”中指定“应用分类”进行关联，完成其层次关系的定义，例如，Linux.Web（一级功能类别），bbs.domain.com（二级应用类别），10.11.100.10（服务器归bbs.domain.com类别），详见图13-3所示的数据库模型图。

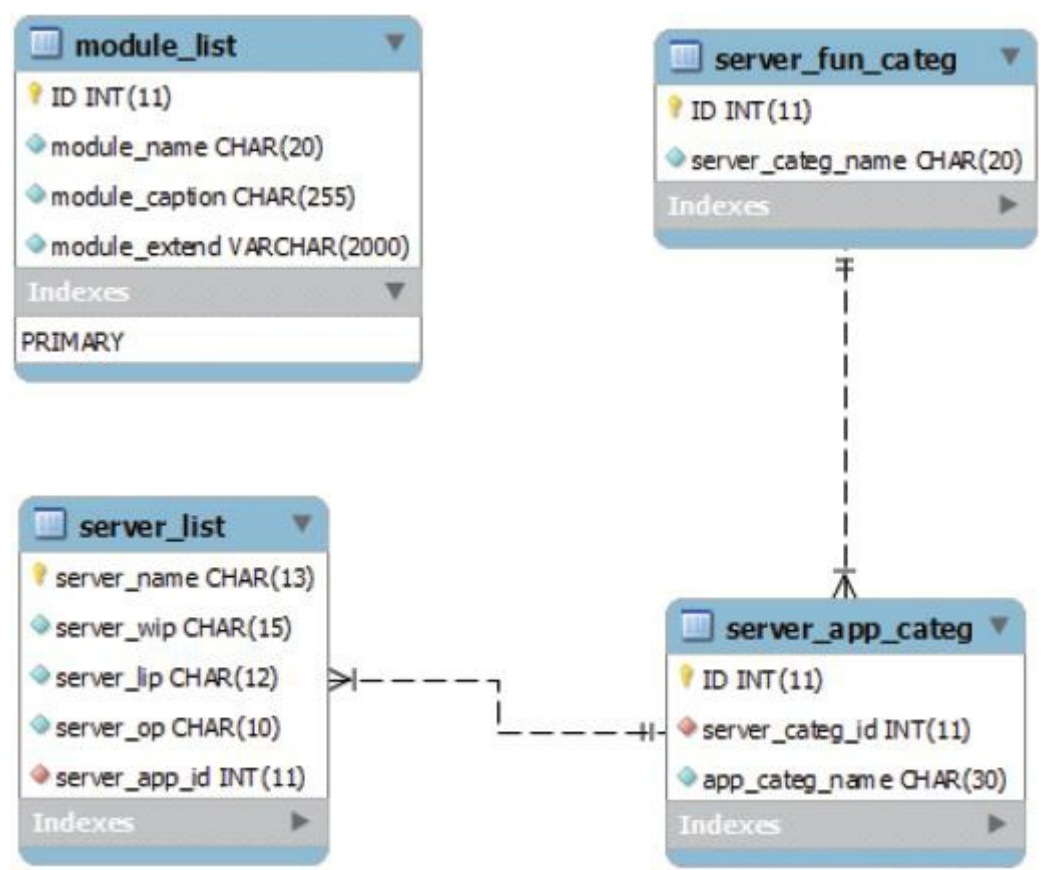


图13-3 数据库模型

从模型关系图中可以看出，server_list表中的server_app_id字段被设置为外键，与server_app_categ表中的ID字段进行关联；server_app_categ表中的server_categ_id字段被设置为外键，与server_fun_categ表中的ID字段进行关联。

13.4 系统环境部署

13.4.1 系统环境说明

OMServer采用Django-1.4.9、nginx-1.5.9、uwsgi-2.0.4、rpyc-3.2.3等开源组件来构建。为了便于读者理解，下面对平台的运行环境、安装部署、开发环境优化等进行详细说明。环境设备角色表如表13-1所示。

表13-1 系统环境说明表

角色	主机名	IP	环境说明
主控端	SN2013-08-020	192.168.1.20	Saltstack Ansible Func 主控端、rpyc 服务器端
Web Server	SN2012-07-010	192.168.1.10	Django+uwsgi、rpyc 客户端

13.4.2 系统平台搭建

OMServer平台涉及两个角色，其中一个为Web服务端，运行Django及rpyc环境，另一角色为主控端，需要部署Saltstack、Ansible或Func主控端环境，可参与本书第9~11章内容，本节不予详细介绍。另外同样需要部署rpyc环境。

(1) Django环境部署

本示例部署主机为192.168.1.10（SN2012-07-010）。

```
# cd /home
# mkdir -p /home/install/Django && cd /home/install/Django      #创建安装包目录
# mkdir -p /data/logs/      #创建uwsgi日志目录
```

1) 安装pcre。pcre是一个轻量级的正则表达式函数库，Nginx的HTTP Rewrite模块会用到，最新版本为8.34（对于OMServer平台环境来说非必选项）。

```
# wget ftp://ftp.csx.cam.ac.uk/pub/software/programming/pcre/pcre-8.34.tar.gz
# tar -zxvf pcre-8.34.tar.gz
# cd pcre-8.34
# ./configure
# make && make install
# cd ..
```

2) 安装Nginx。Nginx是最流行的高性能HTTP服务器，最新版本为1.5.9。

```
# wget http://nginx.org/download/nginx-1.5.9.tar.gz
# tar -zxvf nginx-1.5.9.tar.gz
# cd nginx-1.5.9
# ./configure --user=nobody --group=nobody --prefix=/usr/local/nginx --
with-http_stub_status_module --with-cc-opt='-O3' --with-cpu-opt=opteron
# make && make install
# cd ..
```

3) 安装MySQL-python。MySQL-python是Python访问MySQL数据库的第三方模块库，最新版本为1.2.3c1。

```
# yum install -y MySQL-python      #yum安装方式
#      wget      http://nchc.dl.sourceforge.net/project/mysql-python/mysql-
python/1.2.2/
# tar -zxvf MySQL-python-1.2.2.tar.gz      #源码安装方式
# cd MySQL-python-1.2.2
# python setup.py install
# cd ..
```

4) 安装uwsgi。uwsgi是一个快速的、纯C语言开发的、自维护、对开发者友好的WSGI服务器，旨在提供专业的Python Web应用发布和开发功能，最新版本为2.0.4。

```
# wget http://projects.unbit.it/downloads/uwsgi-2.0.4.tar.gz
# tar -zxvf uwsgi-2.0.4.tar.gz
# cd uwsgi-2.0.4
# make
# cp uwsgi /usr/bin
# cd ..
```

5) 安装Django。Django是一个Python最流行的开源Web开发框架，最新版本为1.6.5。考虑到兼容与稳定性，本示例使用1.4.9版本进行开发。

```
# wget https://www.djangoproject.com/m/releases/1.4/Django-1.4.9.tar.gz
# tar -zxvf Django-1.4.9.tar.gz
# cd Django-1.4.9
# python setup.py install
```

6) 配置Nginx。修改/usr/local/nginx/conf/nginx.conf，添加以下server域配置：

```

server {
    listen 80;
    server_name omserver.domain.com;
    location / {
        uwsgi_pass 192.168.1.10: 9000;
        include uwsgi_params;
        uwsgi_param UWSGI_CHDIR /data/www/OMserverweb;
        uwsgi_param UWSGI_SCRIPT django_wsgi;
        access_log off;
    }
    location ^~ /static {
        root /data/www/OMserverweb;
    }
    location ~* ^.+\.
(mpg|avi|mp3|swf|zip|tgz|gz|rar|bz2|doc|xls|exe|ppt|txt
|tar|mid|midi|wav|rtf|mpeg) $ {
        root /data/www/OMserverweb/static;
        access_log off;
    }
}

```

其中“omserver.domain.com”为平台访问域名，“/data/www/OMserverweb”为项目根目录，可以根据具体环境进行修改。

7) 配置uwsgi。创建uwsgi配置文件/usr/local/nginx/conf/uwsgi.ini，详细内容如下：

```

[uwsgi]
socket = 0.0.0.0: 9000      #监听的地址及端口
master = true              #启动主进程
pidfile = /usr/local/nginx/uwsgi.pid
processes = 8              #uwsgi开启的进程数
chdir = /data/www/OMserverweb      #项目主目录
pythonpath = /data/www
profiler=true
memory-report=true
enable-threads = true
logdate=true
limit-as=6048
daemonize=/data/logs/django.log

```

启动uwsgi与nginx服务，建议配置成服务自启动脚本，便于后续的日常维护。详细启动脚本这里不展开说明，有兴趣的读者可参阅互联网上已经存在的相关资源。

```

# /usr/bin/uwsgi --ini /usr/local/nginx/conf/uwsgi.ini
# /usr/local/nginx/sbin/nginx

```

访问<http://omserver.domain.com>，出现如图4-4所示的页面说明Django+uwsgi环境部署成功！



图13-4 Django默认首页

(2) rpyc模块安装。

rpyc (Remote Python Call) 是Python提供分布式计算的基础服务平台，可以理解成封装程度更高的Socket编程，最新版本为3.3。本示例需要部署rpyc模块的主机为192.168.1.20 (SN2013-08-020)、192.168.1.10 (SN2012-07-010)。

```
# wget https://pypi.python.org/packages/source/r/rpyc/rpyc-3.2.3.tar.gz -
-no-check-certificate
# tar -zxvf rpyc-3.2.3.tar.gz
# cd rpyc-3.2.3
# python setup.py install
```

13.4.3 开发环境优化

开发环境相对于生产环境更注重调试便捷性，好的调试工具对软件开发将起到事半功倍的作用，方便高效地定位问题。本节介绍Django必备调试工具django-debug-toolbar的安装与配置，同时介绍如何实现一种Django代码自动刷新生效的方法。

(1) django-debug-toolbar的安装

```
#                               wget                               https://github.com/robhudson/django-debug-
toolbar/archive/master.zip
# unzip master
# cd django-debug-toolbar-master/
# python setup.py install
```

修改Django的setting.py配置，关键参数如下：

```
INTERNAL_IPS = ('127.0.0.1', '192.168.1.101',) #添加启动调试器的来源IP
MIDDLEWARE_CLASSES = ( # MIDDLEWARE_CLASSES添加以下行
    ...
    'debug_toolbar.middleware.DebugToolbarMiddleware',
)
INSTALLED_APPS = ( # INSTALLED_APPS添加以下行
    ...
    'debug_toolbar',
)
TEMPLATE_DIRS = ( #TEMPLATE_DIRS添加以下行，注意与python的安装路径保持一致
    ...
    '/usr/lib/python2.6/site-packages/django_debug_toolbar-0.8.5-
py2.6.egg/debug_toolbar/templates/',
)
```

务必要渲染一个模板，这样debug_toolbar才会自动附加调试信息到当前的页面，否则看不到debug_tool的界面。debug_toolbar在业务前端页面设计成可伸缩展示，展开后的调试界面如图13-5所示。

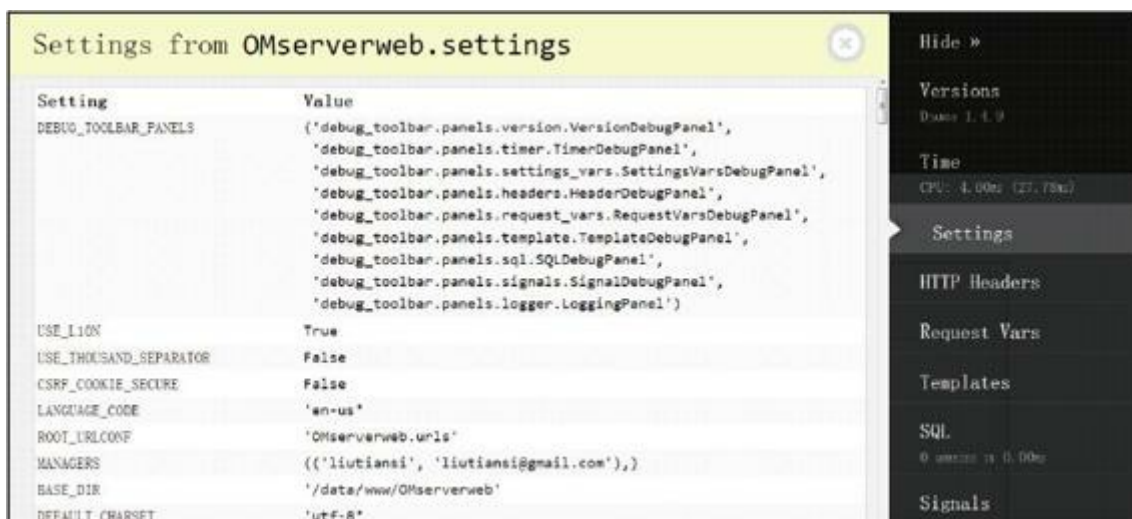


图13-5 debug_toolbar界面

(2) Django源码自动重载（reload）方案

本方案结合uwsgi的“--touch-reload”参数来实现，参数格式：--touch-reload"文件"，即当该参数值指定的文件发生变化（修改或touch操作）时，uwsgi进程将自动重载（reload），从而使我们的项目代码刷新生效。另外，如何保证一旦更新项目源码立即触发变更--touch-reload指定的文件？Linux系统下的inotify可以做到这点，具体操作如下。

1) 在项目目录中创建一个监视文件：

```
# mkdir /data/www/OMserverweb/shell
shell
```

#在项目目录中创建一个存放监视文件的目录


```
# touch reload.set      #创建一个监视文件reload.set
# yum -y install inotify-tools      #安装inotify程序包
# uwsgi启动脚本添加"--touch-reload"项
# /usr/bin/uwsgi --ini "/usr/local/nginx/conf/*.ini" --touch-reload
"/data/www/OMserverweb/shell/reload.set"
```

2) 编写监视脚本:

```
# vi /data/www/OMserverweb/shell/autoreload.sh
#!/bin/sh
objectdir="/data/www/OMserverweb"
# 启动inotify监视项目目录, 参数"--exclude"为忽略的文件或目录正则
/usr/bin/inotifywait -mrq --exclude
"(static|logs|shell|\.swp|\.swx|\.pyc|\.py|~)" --timefmt '%d/%m/%y %H:
%M' --format '%T %w%f' --event modify, delete, move, create, attrib
${objectdir} | while read files
do
#项目源码发生变化后, 触发touch reload.set的操作, 最终使uwsgi进程重载, 达到刷新项目源码
的目的
/bin/touch /data/www/OMserverweb/shell/reload.set
continue
done &
```

3) 启动脚本开启项目目录监视:

```
# /data/www/OMserverweb/shell/autoreload.sh
```

13.5 系统功能模块设计

13.5.1 前端数据加载模块

OMServer平台的Web前端采用prototype.js作为默认Ajax框架，通过get方式向定义好的Django视图发起请求，功能视图通过HttpResponse（）方法直接输出结果，前端会将输出的结果做页面渲染。图13-6为应用ID（app_categId）等于1的HttpResponse（）输出结果，前端会将这个结果串进行分割，然后填充页面元素，后端返回主机信息。

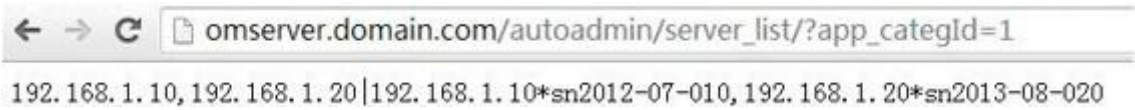


图13-6 后端返回主机信息

前端各区域对应的数据库表及视图方法见图13-7。

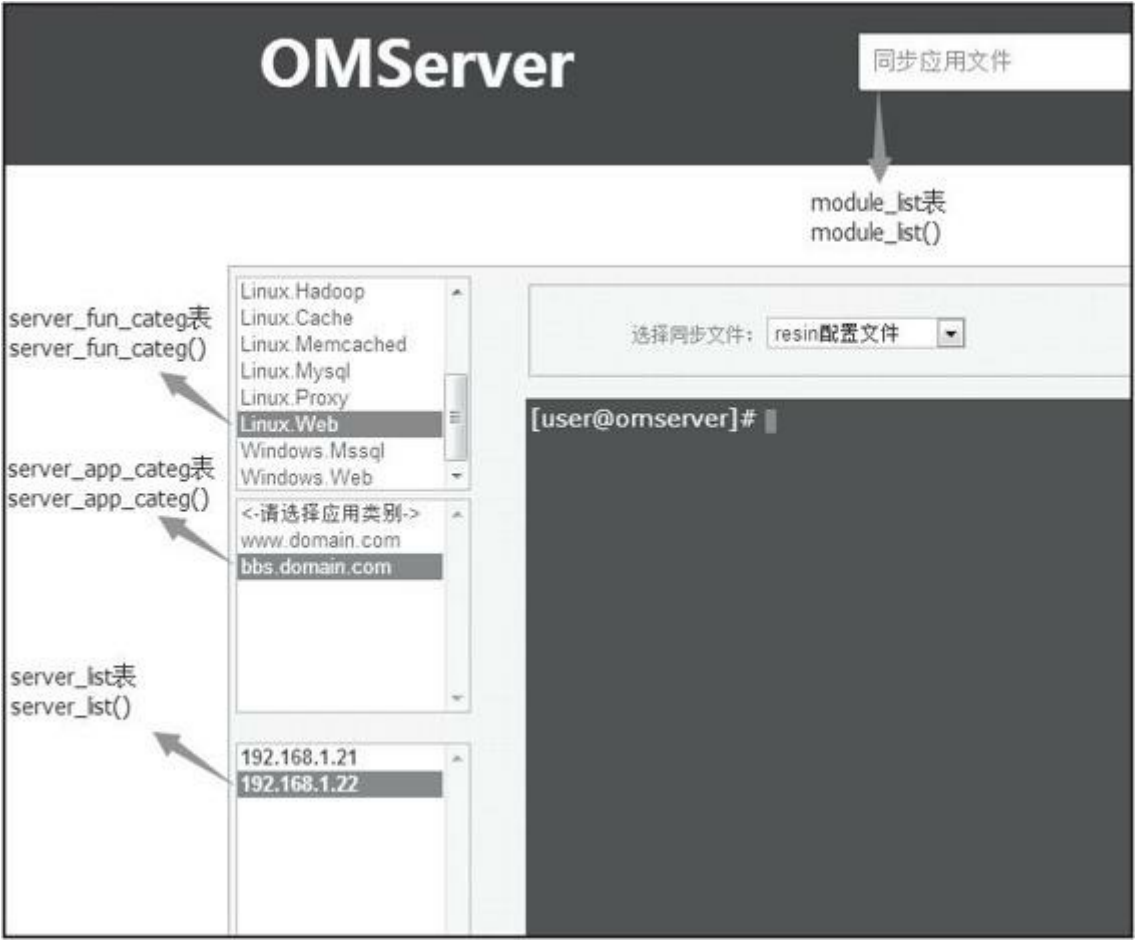


图13-7 前端各区域对应后台方法及数据库表

局部方法代码如下：

```

"""
=Return server IP list
=返回服务器列表方法
"""
def server_list(request):
    ip=""
    ip_hostname=""
    if not 'app_categId' in request.GET:
        app_categId=""
    else:
        app_categId=request.GET['app_categId']      #获取用户选择的应用分类ID
    #ServerList为server_list表模型对象，实现过滤获取的应用分类ID相匹配的主机列表
    ServerListObj = ServerList.objects.filter(server_app_id=app_categId)
    for e in ServerListObj:
        ip+=", "+e.server_lip
        ip_hostname+=", "+e.server_lip+"*"+e.server_name
    server_list_string=ip[1: ]+"|"+ip_hostname[1: ]
    # 输出格式: 192.168.1.10, 192.168.1.20|192.168.1.10*sn2012-07-010, \
    #192.168.1.20*sn2013-08-020, 其中"|"分隔符前部分为IP地址, 作为HTML <option>
    下拉框显示项,
    #分隔符后部分为<option>的value, 以"*"号作为分隔符, 目的是为后端提供主机名及IP两种
    目标地址支持
    return HttpResponse(server_list_string)
"""
=Return module list
=返回功能模块列表方法
"""
def module_list(request):
    module_id="-1"
    module_name=u"请选择功能模块..."
    # ModuleList为module_list表模型对象, 实现读取所有模块列表, 以模块id做排序
    ModuleObj = ModuleList.objects.order_by('id')
    for e in ModuleObj:
        module_id+=", "+str(e.id)
        module_name+=", "+e.module_name
    module_list_string=module_name+"|"+module_id
    #输出格式: "请选择功能模块...", 查看系统日志, 查看最新登录, 查看系统版本|-1, 1001,
    1002, 1003"
    #其中"|"号分隔模块名称与模块ID, Web前端获取数据后通过JavaScript做拆分与组装
    return HttpResponse(module_list_string)

```

13.5.2 数据传输模块设计

传输模块采用rpyc分布式计算框架, 利用分布式特点可以实现多台主控设备的支持, 具备一定横向扩展及容灾能力。rpyc分为两种角色, 一种为Server端, 另一种为Client端, 与传统的Socket工作方式一样, 区别是rpyc实现了更高级的封装, 支持同步与异步操作、回调和远程服务以及透明的对象代理, 可以轻松在Server与Client之间传递Python的任意

对象，在性能方面也非常高效。下面介绍的是Django的module_run（）视图方法，实现接收功能模块的提交参数、加密、发送、接收功能模块运行结果等，局部方法代码如下：

【/data/www/OMserverweb/autoadmin/views.py】

```
"""
= Run module
= 运行模块视图方法（向rpyc服务器端发起任何请求）
"""
def module_run(request):
    import rpyc
    put_string=""
    if not 'ModuleID' in request.GET:          #接收模块ID、操作主机、模块扩展参数等
        (更多源码已省略)
        Module_Id=""
    else:
        Module_Id=request.GET['ModuleID']
        put_string+=Module_Id+"@"
    .....
    try:
        conn=rpyc.connect('192.168.1.20', 11511)      #连接rpyc主控端主机，端
        口: 11511
        #调用rpyc Server的login方法实现账号、密码校验，屏蔽恶意的连接

    conn.root.login('OMuser', 'KJS23o4ij09gHF734iuhsdfhkGYSihoiwhj38u4h')
    except Exception, e:
        logger.error('connect rpyc server error: '+str(e))
        return HttpResponse('connect rpyc server error: '+str(e))
    #对请求数据串使用tencode方法进行加密，密钥使用Django 中settings.SECRET_KEY的值
    put_string=tencode(put_string, settings.SECRET_KEY)
    #调用rpyc Server的Runcommands方法实现功能模块的任务下发，返回的结果使用tdecode进
    行解密
    OPresult=tdecode(conn.root.Runcommands(put_string),
    settings.SECRET_KEY)
    return HttpResponse(OPresult)          #输出结果供前端渲染
```

关于rpyc服务器端的实现原理，首先接收rpyc客户端传递过来的信息，通过解密方法还原出模块ID、操作对象、模块扩展参数等信息，再通过exec方法导入相应的功能模块（要事先完成编写，否则会提示找不到指定功能模块），调用功能模块的相关方法，实现操作任务向业务集群服务器下发与执行，最后将任务执行结果串进行格式化、加密后返回给Web层。完整实现代码如下：

【/home/test/OMServer/OMservermain.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import time
import os, sys
```

```

import re
from cPickle import dumps
from rpyc import Service
from rpyc.utils.server import ThreadedServer
import logging
from libraries import *
from config import *
#定义服务器端模块存放路径
sysdir=os.path.abspath(os.path.dirname(__file__))
sys.path.append(os.sep.join((sysdir, 'modules/'+AUTO_PLATFORM)))
class ManagerService(Service):
    #定义login认证方法, 对外开放调用的方法, rpyc要求加上" exposed_"前缀, 调用时使用
    # login() 即可
    def exposed_login(self, user, passwd):
        if user=="OMuser" and
passwd=="KJS23o4ij09gHF734iuh sdfhkGYSihoiwhj38u4h":
            self.Checkout_pass=True #认证结果标记变量, 值为"True"则认证通过,
反之
                                #认证失败
        else:
            self.Checkout_pass=False
    def exposed_Runcommands(self, get_string):
        logging.basicConfig(level=logging.DEBUG, #启用系统日志记录
            format='% (asctime) s [% (levelname) s] % (message) s',
            filename=sys.path[0]+' /logs/omsys.log',
            filemode='a')
        #判断是否通过认证
        try:
            if self.Checkout_pass!=True:
                return tencode("User verify failed! ", SECRET_KEY)
        except:
            return tencode("Invalid Login! ", SECRET_KEY)
        #获取rpyc Client的请求串get_string, 通过tdecode方法解密后再进行分隔, 分隔符
为"@"
        self.get_string_array=tdecode(get_string,
SECRET_KEY).split('@')
        self.ModuleId=self.get_string_array[0] #获取功能模块ID
        self.Hosts=self.get_string_array[1] #获取操作目标主机
        sys_param_array=[] #获取功能模块的扩展参数并追加到列表
        for i in range(2, len(self.get_string_array)-1):
            sys_param_array.append(self.get_string_array[i])
        #加载模块ID应对的模块名, 格式为"Mid_"+模块ID, 如"Mid_1001.py"
        mid="Mid_"+self.ModuleId
        importstring = "from "+mid+" import Modulehandle"
        try:
            exec importstring
        except:
            return tencode(u"module\\""+mid+u"\\"does not exist, Please
add
it", SECRET_KEY)
        #调用模块相关方法, 下发执行任务
        Runobj=Modulehandle(self.ModuleId, self.Hosts, sys_param_array)
        Runmessages=Runobj.run()
        #根据不同主控端组件格式化输出, 支持Func、Ansible、Saltstack
        if AUTO_PLATFORM=="func":
            if type(Runmessages) == dict:
                returnString = func_transform(Runmessages, self.Hosts)
            else:

```

```

        returnString = str (Runmessages) .strip ()
    elif AUTO_PLATFORM=="ansible":
        if type (Runmessages) == dict:
            returnString = ansible_transform (Runmessages, self.Hosts)
        else:
            returnString = str (Runmessages) .strip ()
    elif AUTO_PLATFORM=="saltstack":
        if type (Runmessages) == dict:
            returnString = saltstack_transform (Runmessages,
self.Hosts)
        else:
            returnString = str (Runmessages) .strip ()
            #对返回给rpyc Client的数据串进行加密
            return tencode (returnString, SECRET_KEY)
s=ThreadedServer (ManagerService, port=11511, auto_register=False)
s.start ()      #启动rpyc服务监听、接收、响应请求

```

数据传输的安全性关系到整个运营平台的生命线，因此严格做好入侵安全防范至关重要。OMServer平台采用base64.b64encode ()、base64.b64decode ()加上密钥混淆算法 (RC4)实现数据的加密与解密。OMServer平台遵循一个原则，数据在传输之前调用tencode ()方法进行加密，在数据接收完毕后调用dencode ()方法进行解密。解密的密钥采用项目settings.py中的SECRET_KEY变量值。同时在rpyc服务器端添加login ()方法，实现逻辑层的安全防护。

【/home/test/OMServer/libraries.py】

```

# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/env python
import random, base64
from hashlib import sha1
#RC4加密算法
def crypt (data, key):
    x = 0
    box = range (256)
    for i in range (256):
        x = (x + box[i] + ord (key[i % len (key)])) % 256
        box[i], box[x] = box[x], box[i]
    x = y = 0
    out = []
    for char in data:
        x = (x + 1) % 256
        y = (y + box[x]) % 256
        box[x], box[y] = box[y], box[x]
        out.append (chr (ord (char) ^ box[(box[x] + box[y]) % 256]))
    return ''.join (out)
#使用RC4算法加密编码后的数据，data为加密的数据，key为密钥
def tencode (data, key, encode=base64.b64encode, salt_length=16):
    """RC4 encryption with random salt and final encoding"""
    salt = ''
    for n in range (salt_length):
        salt += chr (random.randrange (256))

```

```
data = salt + crypt (data, sha1(key + salt).digest())
if encode:
    data = encode (data)
return data
#使用RC4算法解密编码后的数据，data为加密的数据，key为密钥
def tdecode (data, key, decode=base64.b64decode, salt_length=16):
    if decode:
        data = decode (data)
    salt = data[: salt_length]
    return crypt (data[salt_length: ], sha1(key + salt).digest())
```

13.5.3 平台功能模块扩展

OMServer平台模块的扩展需要完成两件事情，一是在前端添加模块基本信息，二是在服务器端编写对应的任务模块，下面对具体内容进行详细说明。

(1) 添加前端模块

添加前端模块包括指定模块名称、功能说明、模块扩展（HTML表单作为模块参数）等，具体操作是点击首页的【添加模块】按钮，跳转到“添加模块”表单页面，其中最关键的是“模块扩展”输入框，支持所有HTML表单元元素，后台通过name属性引用其值（value）。OMServer目前支持最多两个扩展参数，name属性要求使用“sys_param_1”、“sys_param_2”作为其定义值，当然，扩展更多参数的改造成本也非常低。在本示例中添加“重启进程服务”模块，具体操作如图13-8所示。

提交后将返回新增模块的ID，该模块ID同时会作为服务器端任务模块的后缀名，如图13-9所示，记下模块ID“1007”，前端模块添加完毕。

添加功能模块

模块名称:

功能说明:
重启目标服务器指定的进程或服务"支持HTML

模块扩展:

进程服务名称:

```
<select name="sys_param_1" id="sys_param_1">
  <option value="resin" selected>resin</option>
  <option value="nginx">nginx</option>
  <option value="haproxy">haproxy</option>
  <option value="apache">apache</option>
  <option value="mysql">mysql</option>
  <option value="lighttpd">lighttpd</option>
</select>
```

* 系统支持两个表单扩展参数, ID命名约定为"sys_param_1"、"sys_param_2"

图13-8 添加前端模块

添加功能模块

模块名称:

功能说明:
重启目标服务器的指定的进程或服务"支持HTML

模块扩展:

进程服务名称:

```
<select name="sys_param_1" id="sys_param_1">
  <option value="resin" selected>resin</option>
  <option value="nginx">nginx</option>
  <option value="haproxy">haproxy</option>
  <option value="apache">apache</option>
  <option value="mysql">mysql</option>
  <option value="lighttpd">lighttpd</option>
</select>
```

* 系统支持两个表单扩展参数, ID命名约定为"sys_param_1"、"sys_param_2"

系统提示:

恭喜你, 模块前端添加成功, 模块ID为: 1007! 下一步请在服务器端编写模块逻辑!

图13-9 提交前端模块添加

(2) 添加服务器端任务模块

服务器端模块的作用是负责具体远程操作任务的功能封装, 支持3种Python自动化操作组件, 包括Saltstack、Ansible、Func。不同组件的API语法及返回数据结构都不一样, 因此OMServer在设计时就将不同组件的模块进行隔离, 具体模块目录结构如图13-10所示, 在模块目录(modules)下组件名作为二级目录名, 二级目录下为具体的任务模块, 文件名称由“Mid_”+模块ID组成, 与前端生成的模块ID进行关联。


```
[root@SN2013-08-020 OMServer]# tree modules/
modules/
├── ansible
│   ├── __init__.py
│   ├── Mid_1001.py
│   ├── Mid_1002.py
│   ├── Mid_1003.py
│   ├── Mid_1004.py
│   ├── Mid_1005.py
│   ├── Mid_1006.py
│   ├── Mid_1007.py
│   └── Public_lib.py
├── func
│   ├── __init__.py
│   ├── Mid_1001.py
│   ├── Mid_1002.py
│   ├── Mid_1003.py
│   ├── Mid_1004.py
│   ├── Mid_1005.py
│   ├── Mid_1006.py
│   ├── Mid_1007.py
│   └── Public_lib.py
└── saltstack
    ├── __init__.py
    ├── Mid_1001.py
    ├── Mid_1002.py
    ├── Mid_1003.py
    ├── Mid_1004.py
    ├── Mid_1005.py
    ├── Mid_1006.py
    ├── Mid_1007.py
    └── Public_lib.py
```

图13-10 服务器端模块目录结构

关于任务模块的编写，不同组件的实现规范和方法都不一样，在编写任务模块之前需要更新配置文件config.py的两个选项，其中“**AUTO_PLATFORM**”为指定组件环境，可选项为“**ansible**”、“**saltstack**”、“**func**”，“**SECRET_KEY**”为指定加密、解密的密钥，与项目settings.py中的SECRET_KEY变量保持一致。另外modules/（ansible|saltstack|func）/Public_lib.py文件的作用是导入、定义各组件的API模块包及全局参数，同时也增加代码的复用性。

【/home/test/OMServer/config.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/env python
AUTO_PLATFORM = "saltstack"      #指定组件环境，支持Saltstack、Ansible、Func
#密钥，与项目中setting.py的SECRET_KEY变量保持一致
SECRET_KEY = "ctmj#& 8hrgow_ ^sj$ejt@9fzsmh_o) -= (byt5jmg=e3#foya6u"
```

服务器端任务模块由Modulehandle类及其两个方法组成，其中__init__（）方法作用为初始化模块基本信息，包括操作主机列表、模块ID、模块扩展参数等；run（）方法实现组件API的调用以及返回执行结果。针对“重启进程服务”这个任务模块，下面分别介绍3个组件的不同实现方法。

1) 编写Ansible组件ID为“1007”模块。

根据Ansible组件模块的开发原理，通过调用command模块实现远程命令执行，使用copy模块实现文件远程同步，详细源码如下：

【/home/test/OMServer/modules/ansible/Mid_1007.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
from Public_lib import *
#重启应用模块进程服务#
class Modulehandle():
    def __init__(self, moduleid, hosts, sys_param_row):          #初始化方法无须改动
        self.hosts = ""
        self.Runresult = ""
        self.moduleid = moduleid          #模块ID
        self.sys_param_array= sys_param_row      #模块扩展参数列表
        self.hosts=target_host(hosts, "IP")      #格式化主机信息，参数“IP”为IP地址，“SN”为主机名
        #任务下发、执行方法
    def run(self):
        try:          #根据模块扩展参数定义执行的不同命令集
            commonname=str(self.sys_param_array[0])
            if commonname=="resin":
                self.command="/etc/init.d/resin restart"
            elif commonname=="nginx":
                self.command="/etc/init.d/nginx restart"
            elif commonname=="haproxy":
                self.command="/etc/init.d/haproxy restart"
            elif commonname=="apache":
                self.command="/etc/init.d/httpd restart"
            elif commonname=="mysql":
                self.command="/etc/init.d/mysql restart"
            elif commonname=="lighttpd":
                self.command="/etc/init.d/lighttpd restart"
            #调用Ansible提供的API（command模块），执行远程命令
            self.Runresult = ansible.runner.Runner(
                pattern=self.hosts, forks=forks,
                module_name="command", module_args=self.command, ).run()
            if len(self.Runresult['dark']) == 0 and
            len(self.Runresult['contacted']) == 0:
                return "No hosts found, 请确认主机已经添加ansible环境！"
        except Exception, e:
            return str(e)
        return self.Runresult          #返回执行结果
```

2) 编写Saltstack组件ID为“1007”模块。

根据Saltstack组件模块的开发原理，通过调用cmd（）方法配置“cmd.run”与“cp.get_file”参数实现远程命令执行及文件远程同步，详细源码（部分）如下：

【/home/test/OMServer/modules/saltstack/Mid_1007.py】

```
def run(self):
    try:
        client = salt.client.LocalClient()
        .....
        #调用Saltstack提供的API（cmd.run模块），执行远程命令
        self.Runresult = client.cmd(self.hosts, 'cmd.run',
[ self.command], \
    expr_form='list')
        if len(self.Runresult) == 0:
            return "No hosts found, 请确认主机已经添加saltstack环境！"
    except Exception, e:
        return str(e)
    return self.Runresult      #返回执行结果
```

3) 编写Func组件ID为“1007”模块。

根据Func组件模块的开发原理，通过调用client.command.run（）方法实现远程命令执行，使用client.copyfile.copyfile（）方法实现文件远程同步，详细源码（部分）如下：

【/home/test/OMServer/modules/func/Mid_1007.py】

```
def run(self):
    try:
        client = fc.Overlord(self.hosts)
        .....
        #调用Func提供的API（command.run模块），执行远程命令
        commonname=str(self.sys_param_array[0])
        self.Runresult=client.command.run(self.command)
    except Exception, e:
        return str(e)
    return self.Runresult      #返回执行结果
```

任务模块编写完成后，启动服务端服务，运行以下命令：

```
# cd /home/test/OMServer
# python OMservermain.py &
```

最后，打开浏览器访问<http://omserver.domain.com>，效果见图13-11。



图13-11 远程操作功能截图



参考提示 RC4加密算法参考文章

<http://www.snip2code.com/Snippet/27937/Blockout-encryption-decryption-methods-p>。

第14章 打造Linux系统安全审计功能

随着互联网逐渐深入我们日常生活的方方面面，网络安全威胁也随之严重，比如服务器渗透、数据窃取、恶意攻击等。为了解决网络安全的问题，人们采取了各式各样的防护措施来保证网络或服务的正常运行，其中系统安全审计是记录入侵攻击主机的一个重要凭证：实时跟踪黑客的操作记录，可在第一时间监测到攻击者的行为，并让管理员采取相应的应对措施；同时也可作为日后攻击者的犯罪证据，为后续的审计工作提供数据依据，具有可靠性、完整性、不可抵赖等特点。本章将介绍在OMServer平台扩展Linux系统安全审计功能。

14.1 平台功能介绍

安全审计功能作为OMServer平台的一部分，扩展了Linux系统安全审计的功能，实现实时跟踪所有Linux服务器系统登录账号的操作记录，由于操作记录异地集中式存储，即使攻击者做了事后的操作痕迹清理也无济于事。该功能结合Linux系统的history（命令行历史记录）工作机制实现，同时设置用户全局环境/etc/profile的history属性变量，实现定制系统用户实时触发事件，在该事件中加入Python编写的上报脚本，实现数据的实时跟踪，最后利用OMServer的前端作为实时输出展示，平台首页截图见图14-1。

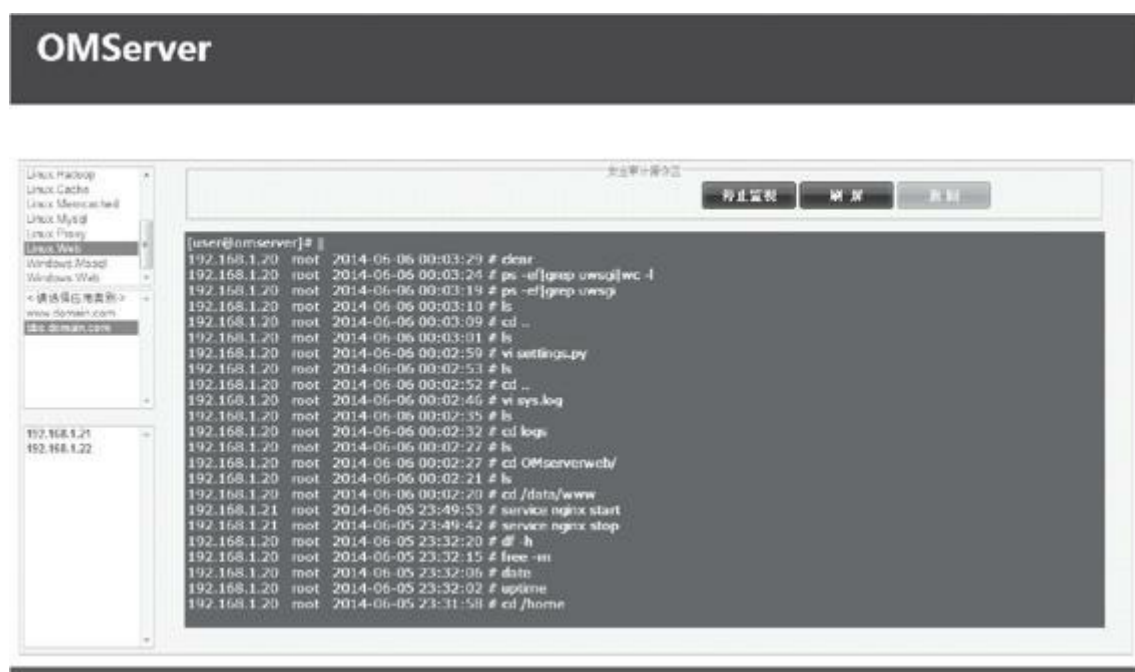


图14-1 平台首页截图

14.2 系统构架设计

OMServer平台安全审计的功能同样基于B/S结构，服务端的数据来源于业务集群Agent实时上报，使用MySQL数据库作为数据存储，客户端采用prototype.js前端架构实现数据同步展示，系统架构图见图14-2。

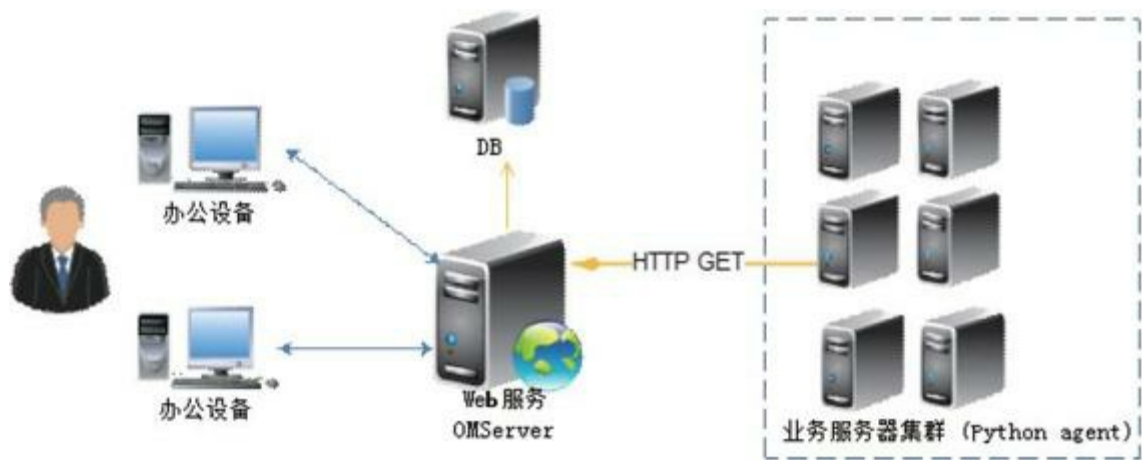


图14-2 系统架构图

从图14-2中可以看出系统的整体架构，首先管理员在业务服务器集群部署Python数据上报脚本，通过OMServer提供的cgi接口实现数据接收、入库，最后通过访问前端页面来查看、跟踪服务器上上报的审计信息，整个流程结束。

14.3 数据库结构设计

14.3.1 数据库分析

安全审计服务器端功能是在OMServer平台上进行扩展，追加一张server_history表，用于操作事件信息的存储，且与server_list的IP字段配置外键关联。表信息说明如下。

- server_history：操作事件表。
- server_list：服务器列表。

14.3.2 数据字典

server_list服务器列表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
server_name	char(13)		NO		主机名称
server_wip	char(15)		NO		主机外网 IP
server_lip	char(12)		NO		主机内网 IP
server_op	char(10)		NO		主机操作系统
server_app_id	int(11)		NO		服务应用分类 ID

server_history操作事件表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
ID	int(11)		NO	是	主键 ID
history_id	int(11)		NO		事件 ID
history_ip	char(15)		NO		事件 IP 地址
history_user	char(15)		NO		事件用户名
history_datetime	datetime		NO		事件时间
db_datetime	timestamp	CURRENT_TIMESTAMP	NO		入库时间
history_command	char(255)		NO		事件命令

数据库模型功能沿用了OMServer系统中主机表（server_list）的层次结构，且追加了操作事件表（server_history），其中，将表server_history的history_ip字段设置成外键，与server_list表中的server_lip字段进行关联，详细见图14-3的数据库模型。

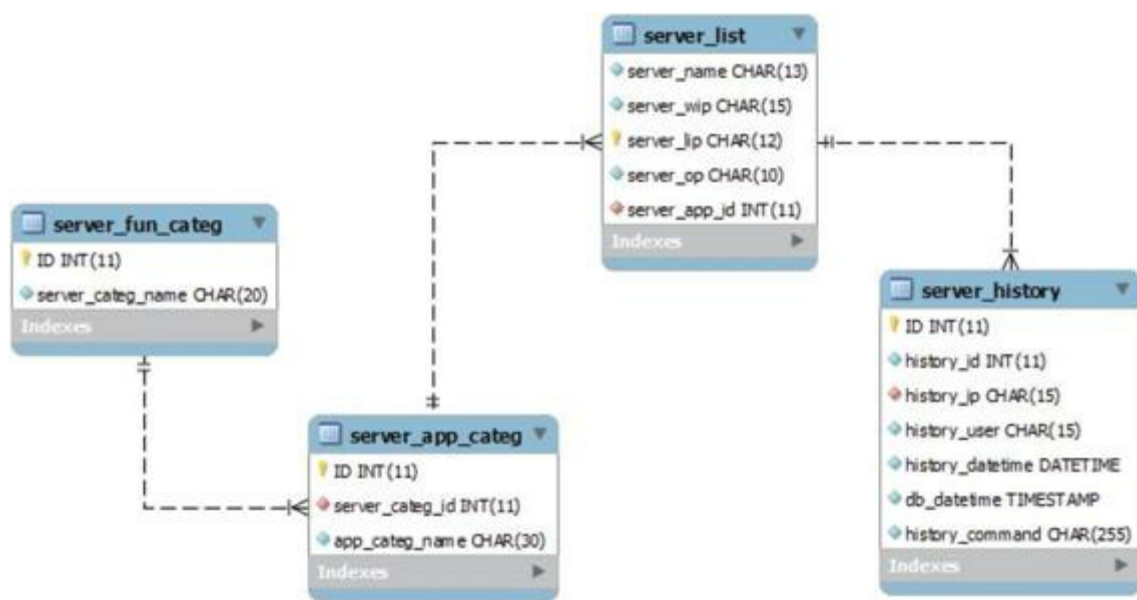


图14-3 平台数据库模型

14.4 系统环境部署

14.4.1 系统环境说明

系统安全审计功能的服务器端作为OMServer项目的App存在，关于服务器端Web Server的环境搭建本节将不再说明。为了便于读者理解，下面对上报主机系统环境配置、Agent与服务器端Python实现方法进行详细说明，环境设备角色如表14-1所示。

表14-1 系统环境说明表

角色	主机名	IP	环境说明
WEBServer	SN2012-07-010	192.168.1.10	Django+uwsgi+MySQL 环境
AppServer	SN2012-07-021	192.168.1.21	Python 2.4 或以上
AppServer	SN2012-07-022	192.168.1.22	Python 2.4 或以上

14.4.2 上报主机配置

系统安全审计功能主机上报需要完成两个任务，一为配置用户profile，二为编写上报Python脚本，下面一一进行说明。

(1) 系统用户环境配置

通过配置Linux profile的history相关变量来实现与安全审计功能的对接，包括指定系统账号history存放路径、存储长度、扩展信息、PROMPT_COMMAND事件等，更多见以下配置及含义说明。

```
# vi /etc/profile
# 追加以下配置
#add by OMAudit
export HISTFILE=$HOME/.bash_history      #指定用户history日志存放路径
export HISTSIZE=1200                    #指定history 命令输出的记录数
export HISTFILESIZE=1200                #指定历史记录文件.bash_history的最大存储行数
export HISTCONTROL=ignoredups           #不记录连续重复的命令
export HISTTIMEFORMAT="%F %T "          # history命令显示当前记录的用户与时间，
例如：
# "root 2014-06-05 23: 32: 16 free -m"
# PROMPT_COMMAND变量最为核心，实现了指定内容在出现bash提示符前执行的功能；
# "history -a" 将目前新增的history命令写入histfiles中；"history -c"删除记录的所有命令（仅内存）；
# "history -r" 将histfiles 的内容读到内存中，即可以通过history查看；
# "/home/test/OMAudit/OMAudit_agent.py $(history 1)" 通过$(history 1) 获取最后一条
# 命令，且作为参数传递给OMAuditmain.py脚本，做后续的命令数据信息上报
```

```
export PROMPT_COMMAND="history -a; history -c; history -r; '/home/test/OMAudit/ OMAudit_agent.py $(history 1) '
shopt -s histappend #历史清单将以添加形式加入HISTFILE变量指定的文件，而不是覆盖
typeset -r PROMPT_COMMAND #设置关键变量只读，提高安全性
typeset -r HISTTIMEFORMAT
```

保存配置后使其生效，运行“source/etc/profile”命令，profile环境配置完成。

(2) 客户端上报脚本

客户端上报脚本的作用是将接收的最新Linux命令“\$(history 1)”及服务器相关信息提交到OMServer主机，其中config.py为上报agent的配置文件，涉及三个选项，详细说明如下：

【/home/test/OMAudit/config.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/env python
Net_driver = "eth0" #为便于记录上报来源主机，获取指定网卡驱动的IP地址
OMServer_address = "omserver.domain.com" #OMServer服务器端地址，作为上报的目的
Connect_TimeOut = 3 #指定上报超时时间，单位为秒
```

OMAudit_agent.py作为主上报agent程序，负责信息的上报，采用了httplib模块作为HTTP客户端，详细源码及说明如下：

【/home/test/OMAudit/OMAudit_agent.py】

```
#!/usr/bin/env python
#coding: utf-8
import sys
import socket
import fcntl
import struct
import logging
from config import *
import urllib, httpplib
socket.setdefaulttimeout (Connect_TimeOut) #设置全局Socket超时时间（覆盖HTTP连接超时）
logging.basicConfig (level=logging.DEBUG, #启用日志记录
                    format='%(asctime)s [%(levelname)s] %(message)s',
                    filename=sys.path[0]+'/omsys.log',
                    filemode='a')
#对$(history 1) 信息进行合法校验，少于6个参数则报错，正确的格式为"173 root 2014-06-07 22: 05: 56 ls"
if len (sys.argv) <6:
    logging.error ('History not configured in /etc/profile! ')
    sys.exit ()
```

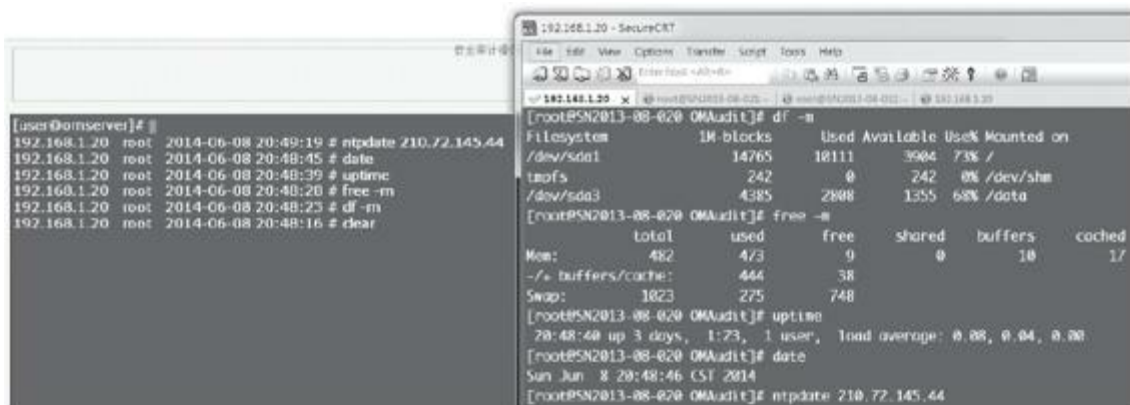
```

def get_local_ip(ethname):          #获取本地IP地址函数，用来确认数据来源
    try:
        sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
        addr = fcntl.ioctl(sock.fileno(), 0x8915, struct.pack('256s',
ethname))
        return socket.inet_ntoa(addr[20:24])
    except Exception, e:
        logging.error('get localhost IP address error: '+str(e))
        return "127.0.0.1"
def pull_history(http_get_param=""):      #数据上报函数
    try:
        #与OMServer服务器建立HTTP连接，指定超时时间
        http_client =httpplib.HTTPConnection(OMServer_address, 80,
timeout= Connect_TimeOut)
        http_client.request("GET", http_get_param)      #发起GET请求
        response =http_client.getresponse()      #获取HTTP返回对象
        if response.status != 200:      #非HTTP 200状态则退出
            logging.error('response http status
error: '+str(response.status))
            sys.exit()
        http_content=response.read().strip()      #返回字符串非“OK”则退出
        if http_content != "OK":
            logging.error('response http content
error: '+str(http_content))
            sys.exit()
    except Exception, e:
        logging.error('connection django-cgi server error: '+str(e))
        sys.exit()
    finally:
        if http_client:
            http_client.close()
        else:
            logging.error('connection django-cgi server unknown error.')
            sys.exit()
Sysip = get_local_ip(Net_driver)      #调用获取本地IP函数
SysUser = sys.argv[2]      #获取history信息中的系统用户
History_Id = sys.argv[1]      #获取history ID信息
History_date = sys.argv[3]      #获取history 日期信息
History_time = sys.argv[4]      #获取history 时间信息
History_command = ""
for i in range(5, len(sys.argv)):      #获取history的系统命令信息
    History_command+= sys.argv[i]+" "
#合并所有信息的HTTP GET参数格式，部分信息使用urllib.quote进行URL编码
s=
"/omaudit/omaudit_pull/?
history_id="+History_Id+"&history_ip="+Sysip+"&history_user="+SysUser+ \
"&history_datetime="+History_date+urllib.quote("
")
+History_time+"&history_com
mand="+urllib.quote(History_command.strip())
pull_history(s)      #调用数据上报函数

```

添加“/home/test/OMAudit/OMAudit_agent.py”可执行权限，执行以下chmod命令，客户端上报agent部署完毕。接下来使用SSH工具登录Linux服务器，输入的任何shell命令都会即时同步到服务器端，见图14-4。

```
# chmod +x/home/test/OMAudit/OMAudit_agent.py
```



```
[user@omserver]#  
192.168.1.20 root 2014-06-08 20:49:19 # ntpdate 210.72.145.44  
192.168.1.20 root 2014-06-08 20:48:45 # date  
192.168.1.20 root 2014-06-08 20:48:39 # uptime  
192.168.1.20 root 2014-06-08 20:48:20 # free -h  
192.168.1.20 root 2014-06-08 20:48:23 # df -h  
192.168.1.20 root 2014-06-08 20:48:16 # clear  
[root@PSN2013-08-020 OMAudit]# df -h  
Filesystem            1K-blocks      Used Available Use% Mounted on  
/dev/sda1              14765      10111      3904   73% /  
tmpfs                  242          0        242    0% /dev/shm  
/dev/sda3              4385       2888      1355   68% /data  
[root@PSN2013-08-020 OMAudit]# free -h  
              total        used        free      shared    buffers     cached  
Mem:           482          473           9           0          10          17  
-/+ buffers/cache:        444           38  
Swap:          1023         275         748  
[root@PSN2013-08-020 OMAudit]# uptime  
20:48:40 up 3 days, 1:23, 1 user, load average: 0.08, 0.04, 0.00  
[root@PSN2013-08-020 OMAudit]# date  
Sun Jun 8 20:48:46 CST 2014  
[root@PSN2013-08-020 OMAudit]# ntpdate 210.72.145.44
```

图14-4 系统命令即时上报并展示

14.5 服务器端功能设计

14.5.1 Django配置

安全审计功能作为OMServer的一个功能扩展，需要Web服务器端开发框架（Django）同样做些变更来支持新增的功能。由于该功能作为项目的一个App，因此，第一步需要创建一个App，操作如下：

```
# cd /data/www/OMserverweb
# python manage.py startapp omaudit
```

在创建的omaudit目录中修改urls.py，添加App的URL映射规则，内容如下：

```
from django.conf.urls.defaults import *
urlpatterns = patterns('omaudit.views',
    (r'^$', 'index'),
    (r'omaudit_pull/$', 'omaudit_pull'),      #映射到omaudit_pull方法，实现客户
端数据接收
    (r'omaudit_run/$', 'omaudit_run'),      #映射到omaudit_run方法，实现前端实
时查询
)
```

修改App的models.py，实现与数据库的关系映射，内容如下：

```
from django.db import models
# Create your models here.
class ServerHistory(models.Model):
    id = models.IntegerField(primary_key=True, db_column='ID') # Field
name made lowercase.
    history_id = models.IntegerField()
    history_ip = models.CharField(max_length=45)
    history_user = models.CharField(max_length=45)
    history_datetime = models.DateTimeField()
    db_datetime = models.DateTimeField()
    history_command = models.CharField(max_length=765)
    class Meta:
        db_table = u'server_history'
```

如果数据库结构已经存在，可以通过python manage.py inspectdb命令来生成models代码。

最后修改项目settings.py，注册该App名称，内容如下：

```

INSTALLED_APPS = (
... ..
    # 'django.contrib.admindocs',
    'public',
    'autoadmin',
    'omaudit',          #添加此行，注册该App
)

```

14.5.2 功能实现方法

服务器端提供了两个关键视图方法，分别实现前端实时展示（`omaudit_run`）及数据接收（`omaudit_pull`），下面针对两个方法进行说明。

（1）前端实时展示（`omaudit_run`）方法

关于前端数据实时展示的实现原理，通过前端JavaScript的 `setInterval()` 方法实现定时函数调用，首次请求默认返回ID倒序最新5条记录，并记录下LastID（最新记录ID），后面的定时调用将传递LastID参数，数据库查询条件是“ID>LastID”，从而达到实时获取最新记录的目的，同时也支持选择主机来作为过滤条件，功能实现流程图见图14-5。

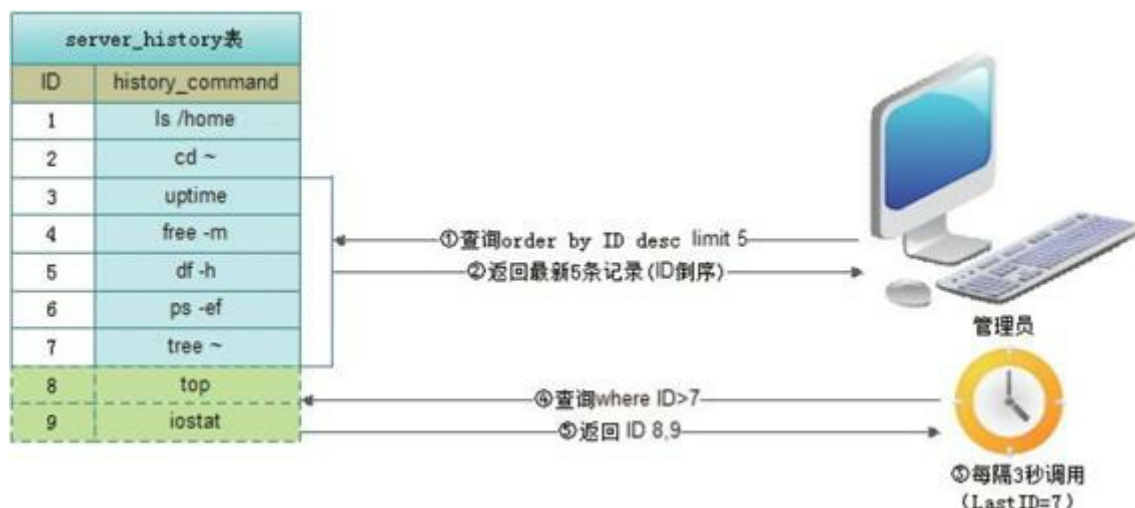


图14-5 前端数据展示流程图

`omaudit_run()` 方法实现源码如下：

```

"""
=事件任务前端展示方法
"""
def omaudit_run(request):
    if not 'LastID' in request.GET:          #获取上次查询到的最新记录ID
        LastID=""

```

```

else:
    LastID=request.GET['LastID']
    if not 'hosts' in request.GET:          #获取选择的主机地址信息
        Hosts=""
    else:
        Hosts=request.GET['hosts']
    ServerHistory_string=""
    host_array=target_host(Hosts, "IP").split('; ')      #调用target_host方法过滤出IP地址
    if LastID=="0":          #符合第一次提交条件, 查询不加"id>LastID"条件, 反之
        if Hosts=="":          #符合没有选择主机条件, 查询不加"history_ip in
host_array"
                                #条件, 反之
        ServerHistoryObj = ServerHistory.objects \
            .order_by('-id')[: 5]
    else:
        ServerHistoryObj = ServerHistory.objects \
            .filter(history_ip__in=host_array).order_by('-id')[: 5]
    else:
        if Hosts=="":
            ServerHistoryObj = ServerHistory.objects \
                .filter(id__gt=LastID).order_by('-id')
        else:
            ServerHistoryObj = ServerHistory.objects \
                .filter(id__gt=LastID,
history_ip__in=host_array).order_by('-id')
        lastid=""
        i=0
        for e in ServerHistoryObj:          #遍历查询结果, 返回给前端
            if i==0:
                lastid=e.id
            ServerHistory_string+="<font color=#cccccc>" + e.history_ip + \
                "</font>&nbsp; &nbsp; &nbsp; \t" + e.history_user + "&nbsp; &nbsp; &nbsp; \t" + \
                str(e.db_datetime) + "\t"      #      <font
color=#ffffff>" + e.history_command + "</font>*"
            i+=1
        ServerHistory_string+="@@"+str(lastid)          #通过"@"字符分隔事件记录与
lastid,
                                #前端拆分
    return HttpResponse(ServerHistory_string)

```

(2) 数据接收 (omaudit_pull) 方法

数据接收方法相对比较简单, 即将接收到的信息直接入库, 实现的源码如下:

```

"""
=事件任务pull方法
"""
def omaudit_pull(request):
    if request.method == 'GET':          #校验HTTP (GET) 请求参数合法性
        if not request.GET.get('history_id', ''):
            return HttpResponse("history_id null")
        if not request.GET.get('history_ip', ''):
            return HttpResponse("history_ip null")

```



```

if not request.GET.get('history_user', ''):
    return HttpResponse("history_user null")
if not request.GET.get('history_datetime', ''):
    return HttpResponse("history_datetime null")
if not request.GET.get('history_command', ''):
    return HttpResponse("history_command null")
history_id=request.GET['history_id']      #获取HTTP请求参数值
history_ip=request.GET['history_ip']
history_user=request.GET['history_user']
history_datetime=request.GET['history_datetime']
history_command=request.GET['history_command']
    historyobj = ServerHistory(history_id=history_id, \      #数据入库
(insert)
        history_ip=history_ip, \
        history_user=history_user, \
        history_datetime=history_datetime, \
        history_command=history_command)
try:
    historyobj.save()
except Exception, e:
    return HttpResponse("入库失败, 请与管理员联系!" +str(e))
Response_result="OK"      #输出"OK"字符作为成功标志
return HttpResponse(Response_result)
else:
    return HttpResponse("非法提交!")

```

当然，如接入的集群过于庞大，服务器端数据库会逐步形成瓶颈，主机审计信息入库会出现一定延时，影响Linux用户操作体验，一个可行的方案是采用信息异步入库，即先将信息写入本地，再通过上报程序后台提交信息，用户将无感知。

第15章 构建分布式质量监控平台

中国互联网呈多运营商并存的发展格局，一个注重用户体验的业务平台，在上线前就必须解决多运营商互联互通的问题，例如电信、联通、移动等网络的接入。目前有两个常见方案，一是将服务器资源放置不同运营商的IDC，二是直接接入支持BGP协议的IDC。在此之后，我们还要考虑监控不同运营网络访问业务平台的质量问题，例如骨干网络路由延时或调度不合理甚至网络故障，导致访问业务网络出现延时、丢包等现象，影响用户体验。因此，必须提供一种分布式（多运营商支持）的业务服务质量监控机制。本章通过实现一套分布式的质量监控平台整体进行说明。

15.1 平台功能介绍

分布式质量监控平台实现了多个数据采集点（不同运营商链路）对Web业务平台进行探测，采集的信息包括DNS解析时间、建立连接时间、准备传输时间、开始传输时间、传输总时间、HTTP状态、下载数据包大小、下载速度等，覆盖了HTTP请求的整个生命周期。分析这些数据，可以帮助我们快速发现（异常告警）、定位访问业务延时过大问题。通过RRDTOOL做数据报表展示，报表类型包括请求响应时间、下载速度、可用性的自定义、日、月、年等，可以让管理员了解业务服务质量的整体趋势，平台截图见图15-1。



图15-1 平台首页截图

15.2 系统构架设计

分布式质量监控平台由三种不同功能角色组成，第一种为数据采集探测功能，采用Python+pycurl模块实现数据的采集并入库MySQL；第二种为后台定时rrdtool作业，实现MySQL数据导出并更新RRDTOOL，采用了Python+rrdtool模块实现；第三种为Web报表展示，采用Django+MySQL+rrdtool模块实现，服务器端采用了Nginx+uwsgi构建高效的Web服务，根据管理员发起的请求条件输出不同类型的报表。系统架构图见图15-2。

从图15-2中可以看出系统的整体架构，首先通过不同采集点向业务服务集群发起定时探测任务，将获取的响应数据入库MySQL，异常返回信息将触发告警。功能模块定时从MySQL数据库拉取数据做rrdtool update操作，为后续的报表输出提供数据支持。最后管理员通过前端Web页面查询、定制输出报表，整个流程结束。

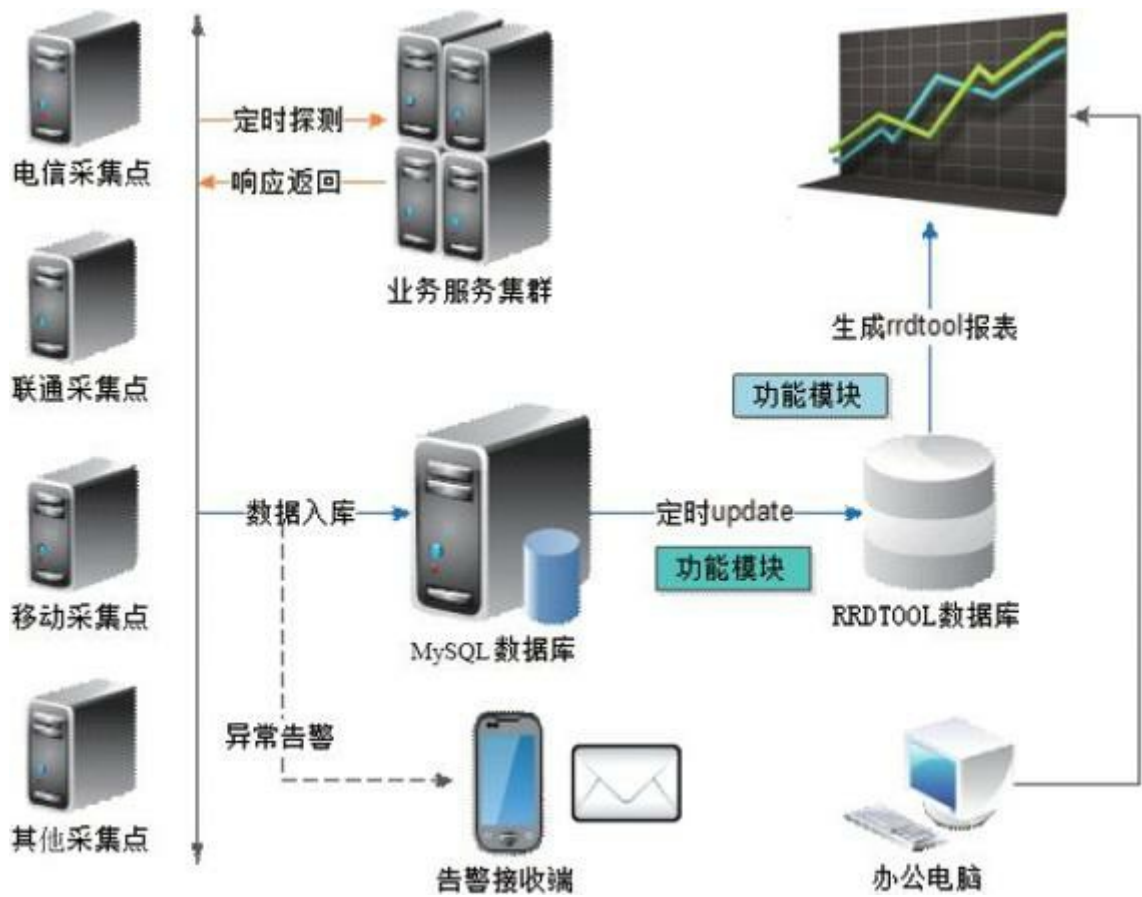


图15-2 系统架构图

15.3 数据库结构设计

15.3.1 数据库分析

分布式质量监控平台有两张数据库表，分别为webmonitor_hostinfo及webmonitor_monitordata表，其中webmonitor_monitordata的FID字段配置外键关联，表信息说明如下：

- webmonitor_hostinfo：业务信息表
- webmonitor_monitordata：采集数据信息表

15.3.2 数据字典

webmonitor_hostinfo业务信息表。

段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
ID	int(11)		NO	是	业务 ID
AppName	char(20)		NO		业务名称
URL	char(100)		NO		探测 URL
IDC	char(10)		NO		探测点
Alarmtype	char(10)		NO		告警类型
Alarmconditions	char(20)		NO		告警条件

webmonitor_monitordata采集数据信息表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
ID	int(11)		NO	是	探测结果 ID
FID	int(11)		NO		业务 ID
NAMELOOKUP_TIME	double		NO		DNS 解析时间
CONNECT_TIME	double		NO		建立连接时间
PRETRANSFER_TIME	double		NO		准备传输时间
STARTTRANSFER_TIME	double		NO		开始传输时间
TOTAL_TIME	double		NO		传输总时间
HTTP_CODE	char(80)		NO		HTTP 状态或异常信息
SIZE_DOWNLOAD	int(6)		NO		下载数据包大小
HEADER_SIZE	smallint(6)		NO		HTTP 头大小
REQUEST_SIZE	smallint(6)		NO		请求包大小
CONTENT_LENGTH_DOWNLOAD	smallint(6)		NO		下载内容长度
SPEED_DOWNLOAD	int(6)		NO		下载速度
DATETIME	int(11)		NO		探测时间
MARK	enum('0','1')		NO		更新 RRDTOOL 标记

15.3.3 数据库模型

从图15-3的数据库EER图可以看出，表webmonitor_monitordata的FID字段被设置为外键，与webmonitor_hostinfo表中的ID字段进行关联，作为采集信息数据与业务信息表的唯一关联。

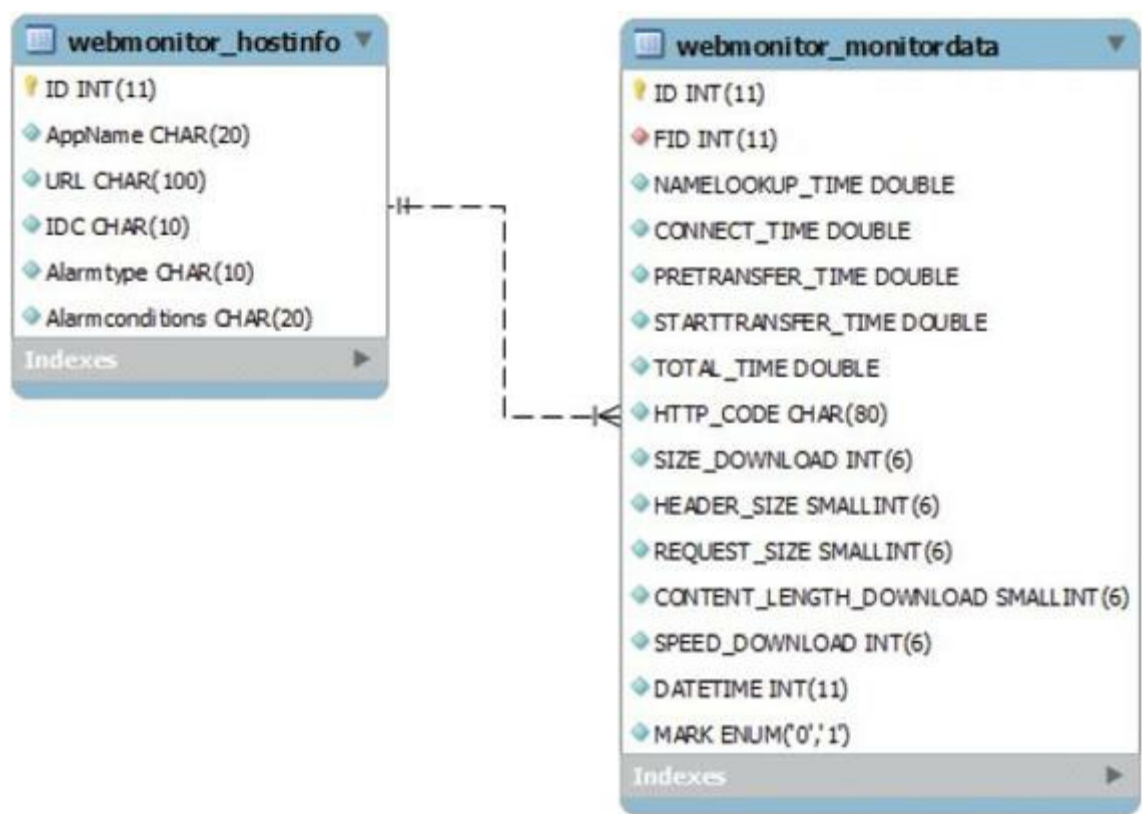


图15-3 系统数据库模型

15.4 系统环境部署

15.4.1 系统环境说明

前面介绍了分布式质量监控平台的三种角色，为了便于读者理解，下面对不同角色的环境、实现方法进行详细说明，环境设备角色表如表15-1所示。

表15-1 系统环境说明表

角色	主机名	IP	环境说明
Web Server	SN2012-07-010	192.168.1.10	Django+uwsgi+rrdtool+MySQL 环境
rrdtool 作业	SN2012-07-010	192.168.1.10	Python 2.6+rrdtool
数据采集 (电信)	SN2013-08-020	192.168.1.20	Python 2.6+pycurl
数据采集 (联通)	SN2013-08-021	192.168.1.21	Python 2.6+pycurl

15.4.2 数据采集角色

数据采集功能角色需要完成两个任务：一为采集远程业务服务集群HTTP响应数据，并将数据写入远程MySQL数据库；二为提供异常HTTP响应告警支持。本示例部署192.168.1.20、192.168.1.21主机，分别模拟电信与联通网络。下面详细说明。

数据采集端只有两个Python文件，一个为config.py，其定义了数据库信息、运营商网络代码、连接超时时间等，内容如下：

【/data/detector/config.py】

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#定义MySQL数据信息
DBNAME='WebMonitor'
DBUSER='webmonitor_user'
DBPASSWORD='SKJDH3745tgDTS'
DBHOST='192.168.1.10'
# 修改成探测运营商网络代码（重要）
# settings.py 中定义IDC={'ct': '电信', 'cnc': '联通', 'cmcc': '移动'}
# "ct"代表电信探测点网络，联通网络修改成"cnc"，移动网络修改成"cmcc"，其他类似
IDC="ct"
#连接的等待时间
CONNECTTIMEOUT = 5
#请求超时时间
TIMEOUT = 10
#告警邮件地址
MAILTO="user1@domain.com, user2@domain.com"
```

```
#告警手机号
MOBILETO="136***3463"
```

另一个为提供业务服务质量采集功能的runmonitor.py，采用了pycurl模块实现，通过定义setopt（）方法定量参数，模拟一个HTTP请求器（request），也可以理解成一个简单的浏览器。再通过getinfo（）定义的定量获取HTTP返回结果（response），采集的数据将即时入库，异常响应将触发告警，关键代码如下：

【/data/detector/runmonitor.py】

```
.....
Curlobj = pycurl.Curl()      #创建Curl对象
Curlobj.setopt(Curlobj.URL, url)      #定义请求的URL
#定义setopt请求器常量，各参数详细说明见2.4节
Curlobj.setopt(Curlobj.CONNECTTIMEOUT, CONNECTTIMEOUT)
Curlobj.setopt(Curlobj.TIMEOUT, TIMEOUT)
Curlobj.setopt(Curlobj.NOPROGRESS, 0)
Curlobj.setopt(Curlobj.FOLLOWLOCATION, 1)
Curlobj.setopt(Curlobj.MAXREDIRS, 5)
Curlobj.setopt(Curlobj.OPT_FILETIME, 1)
Curlobj.setopt(Curlobj.NOPROGRESS, 1)
bodyfile = open(os.path.dirname(os.path.realpath(__file__)) + "/_body",
"wb")
Curlobj.setopt(Curlobj.WRITEDATA, bodyfile)
Curlobj.perform()
bodyfile.close()
#定义getinfo响应返回常量，各参数详细说明见2.4节
self.NAMELOOKUP_TIME=Decimal(str(round(Curlobj.getinfo(Curlobj.NAMELOOKU
2))))
self.CONNECT_TIME=Decimal(str(round(Curlobj.getinfo(Curlobj.CONNECT_TIME
2))))
self.PRETRANSFER_TIME=Decimal(str(round(Curlobj.getinfo(Curlobj.PRETRANS
2))))
self.STARTTRANSFER_TIME=Decimal(str(round(Curlobj.getinfo(Curlobj.STARTT
2))))
self.TOTAL_TIME
Decimal(str(round(Curlobj.getinfo(Curlobj.TOTAL_TIME), 2)))
self.HTTP_CODE = Curlobj.getinfo(Curlobj.HTTP_CODE)
.....
```

最后，配置系统crontab，5分钟作一次数据采集，内容如下：

```
*/5 * * * * /usr/bin/python /data/detector/runmonitor.py > /dev/null 2>&1
```

15.4.3 rrdtool作业

rrdtool作业实现从MySQL导出数据并更新到rrdtool中，以便为后面的rrdtool报表功能提供数据支持。具体方法是通过查询webmonitor_monitordata表字段MARK为'0'的记录，再将数据通过rrdtool.updatev（）方法做rrdtool更新，最后更新数据库标志MARK为'1'。rrdtool作业部署在任一台安装rrdtool模块的主机上即可，本示例的rrdtool作业与Web Server部署在同一台主机上。部分关键源码如下：

【/data/www/Servermonitor/webmonitor/updaterrd.py】

```
def updateRRD (self, rowobj):          #更新rrd文件方法
    if str (rowobj["HTTP_CODE"])=="200":      #非HTTP200状态标志"1"
        unavailablevalue=0
    else:
        unavailablevalue=1
    FID=rowobj["FID"]
    time_rrdpath=RRDPATH+'/'+str (self.getURL (FID) ) +'/' +str (FID)
    +'_'+\
        str (self.rrdfiletype[0])+'.rrd'      #指定三个特性数据rrdtool文件位置
        download_rrdpath=RRDPATH+'/'+str (self.getURL (FID) )
    + '/' +str (FID) +'_'+\
        str (self.rrdfiletype[1])+'.rrd'
        unavailable_rrdpath=RRDPATH+'/'+str (self.getURL (FID) )
    + '/' +str (FID) +'_'+\
        str (self.rrdfiletype[2])+'.rrd'
    try:          #将查询的MySQL记录更新到rrd文件
        rrdtool.updatev (time_rrdpath, '%s: %s: %s: %s: %s: %s' %
            (str (rowobj["DATETIME"]) \
, str (rowobj["NAMELOOKUP_TIME"]), str (rowobj["CONNECT_TIME"]),
str (rowobj["PRETRANSFER_TIME"]), str (rowobj["STARTTRANSFER_TIME"]),
str (rowobj["TOTAL_TIME"])))
        rrdtool.updatev (download_rrdpath, '%s: %s' % (str (rowobj
["DATETIME"]), \
        str (rowobj["SPEED_DOWNLOAD"])))
        rrdtool.updatev (unavailable_rrdpath, '%s: %s' % (str (rowobj
["DATETIME"]) \
        , str (unavailablevalue)))
        self.setMARK (rowobj["ID"])          #更新数据库标志
    except Exception, e:
        logging.error ('Update rrd error: '+str (e) )
def setMARK (self, _id):          #更新已标志记录方法
    try:
        self.cursor.execute ("update webmonitor_monitordata set \
MARK='1' where ID='%s'"% (_id) )
        self.conn.commit ()
    except Exception, e:
        logging.error ('SetMark database error: '+str (e) )
def getNewdata (self):          #获取未标志的新记录方法
    try:
        self.cursor.execute ("select ID, FID, NAMELOOKUP_TIME, CONNECT_
TIME, PRETRANSFER_TIME, STARTTRANSFER_TIME, TOTAL_TIME, HTTP_CODE,
SPEED_DOWNLOAD, DATETIME from webmonitor_monitordata where MARK='0'")
        for row in self.cursor.fetchall ():
            self.updateRRD (row)
```

```
except Exception, e:  
    logging.error('Get new database error: '+str(e))
```

同目录下的config.py为rrdtool作业配置文件，定义了数据库连接信息及项目路径等信息，可根据实际情况相应修改，最后配置系统crontab，建议与采集同一执行频率，如每5分钟，内容如下：

```
*/5 * * * * /usr/bin/python  
/data/www/Servermonitor/webmonitor/updaterrd.py > /dev/null 2>&1
```

15.5 服务器端功能设计

服务器端以Web的形式作为服务平台，以Django作为开发框架，结合rrdtool模块实现了业务添加（rrdtool create）、报表绘图（rrdtool graph）等功能。另外，项目改用直接操作SQL方式来代替Django的ORM，为熟悉SQL的人员提供另一种选择。下面详细介绍项目配置及功能实现方法。

15.5.1 Django配置

作为一个新Django项目，第一步需要创建一个项目，操作如下：

```
# cd /data/www
# django-admin.py startproject Servermonitor
```

在创建的omaudit目录中修改urls.py，添加App的URL映射规则，内容如下：

```
from django.conf.urls.defaults import *
urlpatterns = patterns('webmonitor.views',
    (r'^$', 'index'),          #映射到index方法，实现前端首页渲染
    (r'add_do/', 'adddo'),      #映射到adddo方法，实现新增业务提交服务器端处理
    (r'add/', 'add'),           #映射到add方法，实现新增业务页面渲染
    (r'monitorlist/', 'monitorlist'), #映射到monitorlist方法，实现前端扫描记录列表展示
)
```

修改项目settings.py，关键配置项如下：

```
import os
BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
SYSTEM_NAME="分布式质量监控平台 v1.0"      #定义系统名称
IDC={'ct': '电信', 'cnc': '联通', 'cmcc': '移动'}      #定义采集IDC
RRDPATH=BASE_DIR+"/rrd"      #rrdtool rrd文件存储路径
PNGPATH=BASE_DIR+"/site_media/rrdtool"      #rrdtool 生成png存储路径
#定义webmonitor app路径，调用graphrrd.sh用rrd绘图相关参数
MAINAPPPATH=BASE_DIR+"/webmonitor"
#
TIME_ALARM=1      #定义“业务请求响应时间统计”图表告警线阈值（HRULE），单位为秒
TIME_YMAX=1      #定义“业务请求响应时间统计”图表Y轴最大值，单位为秒
DOWN_APEED_YMAX=8388608      #定义“业务下载速度统计”图表Y轴最大值，单位为字节
```

项目包括两个App，其中，webmonitor为功能应用，publicclass用

于提供公共方法调用。以下结合具体功能对两个App进行介绍。

15.5.2 业务增加功能

业务增加模块后台实现了两个功能点：一为将业务信息写入MySQL数据库，包括业务名称、监控URL、告警通知方式、探测点及规则等；二为创建所选择的探测点三个图表对应的rrdtool文件，图表包括业务请求响应时间统计、业务下载速度、业务可用性统计。前端功能截图如图15-4所示。

填写业务信息

业务名称:	
监控URL:	
通知方式:	☒ 短信 ☐ 邮件 ☐ MSN/Yahoo
选择探测点:	☐ 移动 ☐ 联通 ☐ 电信
探测规则:	☐ 200状态码 自定义返回串:
增加 返回	

图15-4 前端功能截图

创建rrd文件功能利用了rrdtool模块的create（）方法实现，实现源码如下：

```
"""
=创建rrd
-create_rrd (url)
"""
def create_rrd (url):
    URL=url
    domain=GetURLdomain (url)      #调用GetURLdomain () 方法获取URL域名部分
    HID=[]
    cur_time=str (int (time.time ()))      #获取当前Linux时间戳，作为rrdool.create方法的start参数值
    HID=getID (URL)      #调用getID () 方法获取URL对应的所有采集点ID
    for id in HID:      #遍历采集点ID
        try:
            #参数指定rrd文件路径，如“项目根目录/rrd/www.baidu.com/17_time.rrd”；
            # step指定步长，设置为300秒，即每隔5分钟收到一个值；start指定第一条记录的
            #始时间，使用cur_time变量指定
            rrd_time=rrdtool.create (settings.RRDPATH+'/'+str (domain)
            + '/' +str (id) + \
            '_time.rrd', '--step', '300', '--start', cur_time,
            'DS: NAMELOOKUP_TIME: GAUGE: 600: 0: U',      #定义数据5个
            'DS: CONNECT_TIME: GAUGE: 600: 0: U',      #GAUGE计量类型，
            收到数据后
```

#直接存入RRD;
'DS: PRETRANSFER_TIME: GAUGE: 600: 0: U', # '600' 为心
跳值, 即两
#个刻度无效时, 使
用
'DS: STARTTRANSFER_TIME: GAUGE: 600: 0: U', #UNKNOWN
填充; 0: U
#输入数据的界
限
'DS: TOTAL_TIME: GAUGE: 600: 0: U',
'RRA: AVERAGE: 0.5: 1: 600', #定义数据存放格式(RRA),
#最大、最小合并数据
'RRA: AVERAGE: 0.5: 6: 700', #方式, 其他参数说明可参考
3.2节案例
#源码说明
'RRA: AVERAGE: 0.5: 24: 775',
'RRA: AVERAGE: 0.5: 288: 797',
'RRA: MAX: 0.5: 1: 600',
'RRA: MAX: 0.5: 6: 700',
'RRA: MAX: 0.5: 24: 775',
'RRA: MAX: 0.5: 444: 797',
'RRA: MIN: 0.5: 1: 600',
'RRA: MIN: 0.5: 6: 700',
'RRA: MIN: 0.5: 24: 775',
'RRA: MIN: 0.5: 444: 797')
if rrd_time:
logging.error(rrdtool.error())
(其他两张图表rrdtool.create方法类似, 此处省略)
except Exception, e:
logging.error('create rrd error! '+str(e))

针对“www.baidu.com”业务增加成功后, 执行“#ll rrd/www.baidu.com”, 输出已生成的rrd文件清单, 见图15-5。前缀“17_、18_”代表不同运营商探测点ID。对采集端而言, 一个运营商被视为一个独立业务, 产生的数据也是独立的。比如, 在增加业务时选择了电信、联通两个运营商探测点, 对该业务做数据采集时, 将产生两份数据。

```
total 984
-rw-rw-rw- 1 root root 71800 Jun 28 16:30 17_download.rrd
-rw-rw-rw- 1 root root 352280 Jun 28 16:30 17_time.rrd
-rw-rw-rw- 1 root root 71800 Jun 28 16:30 17_unavailable.rrd
-rw-rw-rw- 1 root root 71800 Jun 28 16:30 18_download.rrd
-rw-rw-rw- 1 root root 352280 Jun 28 16:30 18_time.rrd
-rw-rw-rw- 1 root root 71800 Jun 28 16:30 18_unavailable.rrd
```

图15-5 生成不同运营商的rrd数据文件

15.5.3 业务报表功能

分布式质量监控平台提供了非常丰富的报表功能，常规报表包括最近3小时、当天、当前月、当前年；自定义报表根据选择的时间范围定制。在页面中提交前保持起始时间与结束时间为空则为常规报表，最新3小时报表具体见图15-6。

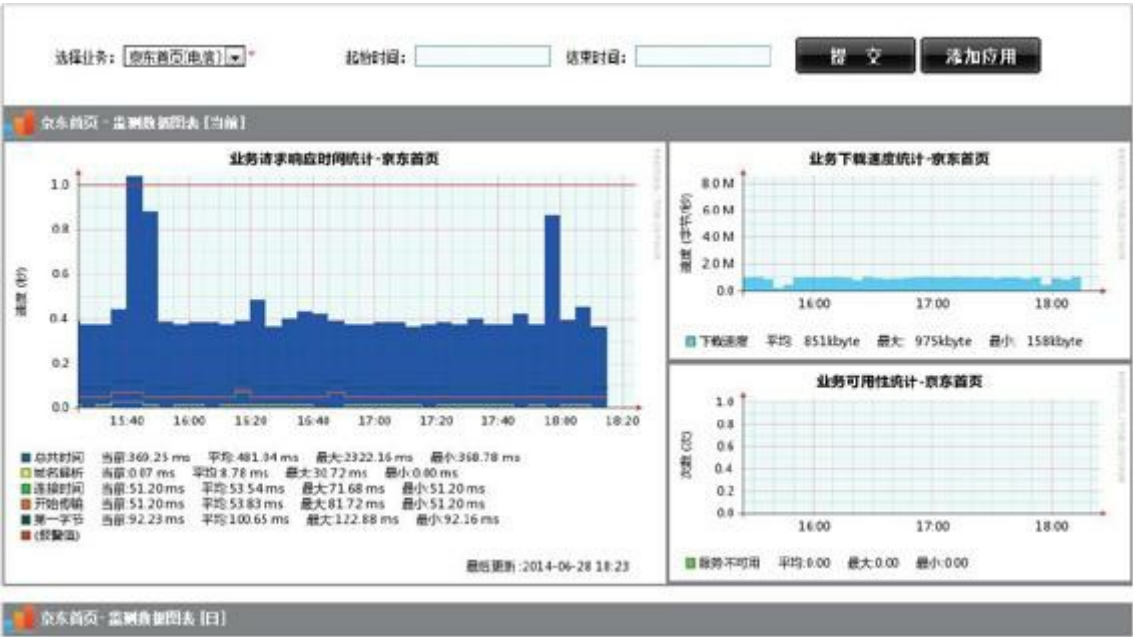


图15-6 输出业务“当前（最新3小时）”报表

自定义报表根据选择的时间范围进行rrdtool查询，结果如图15-7所示。

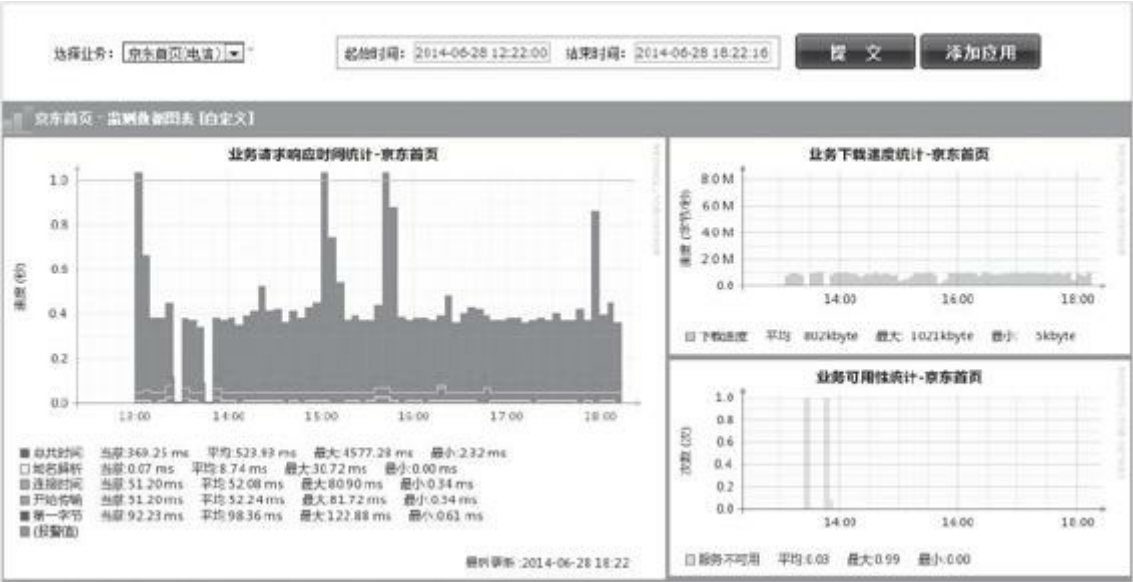


图15-7 输出自定义时间报表

两种报表实现原理是通过定制graph方法的“--start”参数来实现，如常规报表中当前、日、月、年图表对应分别为“-3h、-1day、-1month、-1year”，参数“--end”为当前时间；自定义报表采用提交的起始时间与结束时间来对应“--start”与“--end”参数。平台rrdtool graph生成图表时要求有中文支持，但Python的rrdtool模块没有封

装“--font”参数，为了解决此问题，最终采用原生rrdtool命令行方案，在Django中视图中通过os.system（）方法来调用，实现关键代码如下：

【/data/www/Servermonitor/webmonitor/graphrrd.sh】

```
#!/bin/sh
rrdfile=$1      #接收rrdtool文件路径
pngfile=$2      #接收生成png图片路径
rrdtype=$3      #接收rrd类别，区分定义的三种图表
appname=$4      #接收业务名称
GraphStart=$5   #接收rrdtool起始时间
GraphEnd=$6     #接收rrdtool结束时间
ymax=$7        #接收Y轴最大值
Alarm=$8        #接收告警红线值
#定义两种字体
rrdtool_font_msyhbd="/data/www/Servermonitor/site_media/font/msyhbd.ttf"
rrdtool_font_msyh="/data/www/Servermonitor/site_media/font/msyh.ttf"
if [ "$rrdtype" == "time" ]; then
/usr/local/rrdtool/bin/rrdtool graph ${pngfile} -w 500 -h 207 \
-n TITLE: 9: ${rrdtool_font_msyhbd} \      #定义标题字体
-n UNIT: 8: ${rrdtool_font_msyh} \        #定义Y轴单位字体
-n LEGEND: 8: ${rrdtool_font_msyh} \      #定义图例字体
-n AXIS: 8: ${rrdtool_font_msyh} \        #定义坐标轴字体
-c SHADEA#808080 \      #左上边框颜色
-c SHADEB#808080 \      #右上边框颜色
-c FRAME#006600 \      #数据标记说明边框颜色
-c ARROW#FF0000 \      #X、Y轴箭头颜色
-c AXIS#000000 \      #X、Y轴线颜色
-c FONT#000000 \      #图形所有字体颜色
-c CANVAS#eeffff \      #图形数据区域背景颜色
-c BACK#ffffff \      #图形背景（不含数据区域） 颜色
--title "业务请求响应时间统计-${appname}" -v "速度 （秒）" \      #图表标题
--start ${GraphStart} \      #图表起始时间
--end ${GraphEnd} \      #图表结束时间
--lower-limit=0 \      #限制 Y 轴的下限
--base=1024 \      #修改1k对应的刻度，默认为1000
-u ${ymax} -r \      #定义Y轴最大值
DEF: NAMELOOKUP_TIME=${rrdfile}: NAMELOOKUP_TIME: AVERAGE \      #定义数据源及合
并统计
                                                    #类型为AVERAGE
DEF: CONNECT_TIME=${rrdfile}: CONNECT_TIME: AVERAGE \
DEF: PRETRANSFER_TIME=${rrdfile}: PRETRANSFER_TIME: AVERAGE \
DEF: STARTTRANSFER_TIME=${rrdfile}: STARTTRANSFER_TIME: AVERAGE \
DEF: TOTAL_TIME=${rrdfile}: TOTAL_TIME: AVERAGE \
COMMENT: " \n" \
AREA: TOTAL_TIME#0011ff: 总共时间 \      #用“方块”的形式来绘制“总共时间”数据
#GPRINT定义图表下方的文字说明，参数TOTAL_TIME定义数据来源变量；LAST定义合并（统计）类
型，
#指显示当前值；
#其他部分为输出的文字及数值格式
GPRINT: TOTAL_TIME: LAST: "当前\： %0.21f %Ss" \
GPRINT: TOTAL_TIME: AVERAGE: "平均\： %0.21f %Ss" \
GPRINT: TOTAL_TIME: MAX: "最大\： %0.21f %Ss" \
GPRINT: TOTAL_TIME: MIN: "最小\： %0.21f %Ss" \
COMMENT: " \n" \
```

```
LINE1: NAMELOOKUP_TIME#eeee00: 域名解析 \      #用“线条”的形式来绘制“域名解析”数据
GPRINT: NAMELOOKUP_TIME: LAST: "当前\: %0.2lf %Ss" \
GPRINT: NAMELOOKUP_TIME: AVERAGE: "平均\: %0.2lf %Ss" \
GPRINT: NAMELOOKUP_TIME: MAX: "最大\: %0.2lf %Ss" \
GPRINT: NAMELOOKUP_TIME: MIN: "最小\: %0.2lf %Ss" \
COMMENT: " \n" \
("连接时间"、“开始传输”、“第一字节”定义与“域名解析”，此处省略)
HRULE: ${Alarm}#ff0000: "（告警值）" \      #输出告警红线值
COMMENT: " \n" \
COMMENT: " \n" \
COMMENT: "\t\t\t\t\t\t\t\t最后更新 \: $(date '+%Y-%m-%d %H\: %M') \n"
(其他两张图表rrdtool graph参数类似，此处省略)
```

生成的图表png文件在前端页面中进行引用:

#下面为渲染后的HTML标签

```

```


第16章 构建桌面版C/S自动化运维平台

OManager与OMServer平台实现了相同的功能，最大的区别是OManager是基于C/S结构（桌面版本）的，OMServer是B/S结构（Web版本）的。C/S结构相对于B/S结构，具有交互性更强、存取模式更加安全、网络通信量低、响应速度更快、利于处理大量数据、可调用操作系统API等特点。当然，它也有局限性，比如要求相对统一的硬件、操作系统（版本、类型）等，由于在公司内部局域网使用且使用人群比较固定，这些条件基本都可以满足。OManager是基于Python的wxpython GUI（图形用户界面）开发，具备跨平台的能力，比如在Linux桌面环境，源码无须做任何改动即可直接兼容，平台支持的系统有Windows XP、Windows 2000或Windows 2003、Windows 7等；支持Linux 2.6或以上内核，如Redhat、Ubuntu等发行版。下面对平台进行全面介绍。

16.1 平台功能介绍

与OMServer一样，OManager同样实现了一个集中式的Linux集群管理基础平台，支持模块扩展功能，管理员可以在OManager平台添加集群任务模块，其中客户端模块采用XRC（XML Resource）方式动态定制，服务器端则与OMServer共享一套主控服务器端。OManager实现日常运维远程操作、文件分发、在线升级等功能；安全方面，采用加密（RC4算法）指令传输、操作日志记录、个性化配置等；效率方面，管理员只需选择操作目标对象及操作模块即可完成一个现网变更任务。另外在用户体验方面，模拟Linux终端效果，接收返回串，并使用Psyco模块对Python运行程序进行加速。任何人都可以根据自身的业务特点对OManager平台进行扩展，现已支持XML与现有资产平台进行对接。平台登录、管理界面见图16-1和图16-2。



图16-1 平台登录页面



图16-2 平台主界面

16.2 系统构架设计

OManager平台采用了两层设计模式。

第一层为客户端交互层，采用了wxpython+xrc+rpc+MySQL等技术，实现了客户端与主控服务器端直连通信，rpc分布式计算框架负责传输与计算，传输采用加密（RC4算法）方式，保证平台整体安全性；

第二层为集群主控端服务层，支持Saltstack、Ansible、Func等平台，且具备多机服务的能力。系统架构图见图16-3。



图16-3 系统架构图

从图16-3中可以看出系统两个层次的结构，首先管理员在办公电脑安装OManager客户端软件包，作为rpc客户端向rpc服务器发送加密指令串，指令串通过“RC4+b64encode+密钥key”进行加密，rpc服务器端同时也是Saltstack、Ansible、Func等的主控端，主控端将接收的数据通过“RC4+b64decode+密钥key”进行解密，解析成OManager调用的任务模块，结合Saltstack、Ansible或Func向目标业务服务器集群发送执行任务，执行完毕后，对返回的执行结果做加密/解密处理，最后返回给客户端，整个任务模块分发执行流程结束。

16.3 数据库结构设计

16.3.1 数据库分析

OManager平台采用了开源数据库MySQL以存储数据，数据库名为OManager，数据库总共有3张表，表信息说明如下。

- upgrade：系统升级表；
- users：用户表；
- user_logs：操作日志表。

16.3.2 数据字典

1) upgrade系统升级表。

段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
version	char(5)		NO		最新版本号

2) user_logs操作日志表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
id	int(5)		NO	是	日志 ID
user	char(10)		NO		管理员账号
event	char(255)		NO		操作事件
Datetime	timestamp	CURRENT_TIMESTAMP	NO		操作日期

3) users用户表。

字段名	数据类型	默认值	允许非空	自动递增	备注
admin	char(20)		NO		管理员账号
passwd	char(32)		NO		管理员密码
Privatekey	char(32)		NO		私钥 md5
privileges	char(62)		NO		权限角色

16.3.3 数据库模型

考虑到平台的通用性，OManager的数据库结构设计得非常简单，只涉及账号及操作日志等基础表，平台中服务器分类及清单来源于企业资产库生成的XML文件。数据库中users表存储了管理员的账号信息；

user_logs表存储了管理员的操作日志，表中字段“user”配置外键，与users表中的“admin”字段进行关联，upgrade表存储OManager的版本号，系统数据库模型见图16-4。

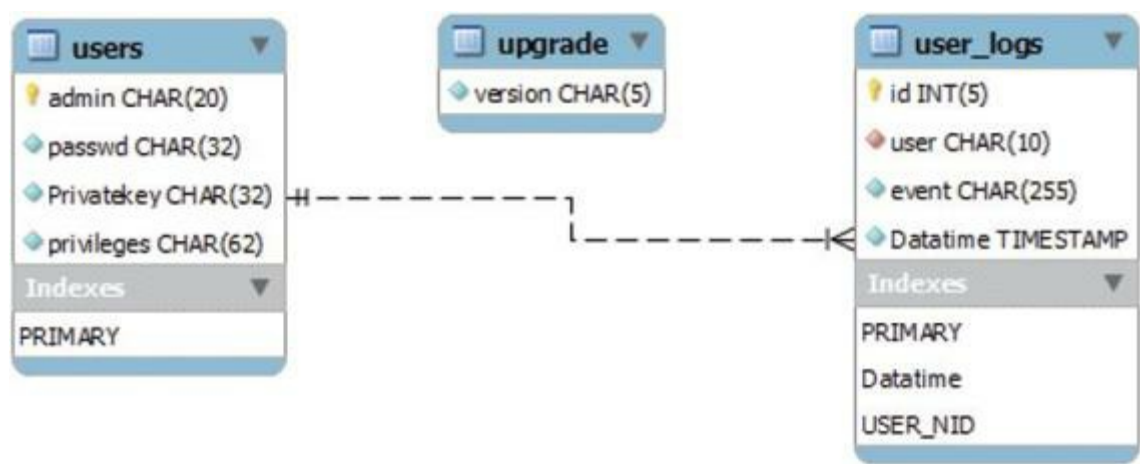


图16-4 系统数据库模型

16.4 系统环境部署

16.4.1 系统环境说明

OManager由wxPython2.8、rpyc-3.2.3、psyco-1.6等开源组件构建。为了便于读者理解，下面对平台的运行环境、安装部署、开发环境优化等进行详细说明，环境设备角色表如表16-1所示。

表16-1 系统环境说明表

角色	主机名	IP	环境说明
主控端	SN2013-08-020	192.168.1.20	Saltstack Ansible Func 主控端、rpyc 服务器端
OManager	DELL-PC	192.168.1.101	wxPython、rpyc 客户端

16.4.2 系统环境搭建

OManager平台基于多种Python第三方模块实现，包括wxpython、rpyc、MySQL-python、psyco、pywin32等，这些开源组件无论是在开发效率还是运行速度方面都赢得了很好的口碑，尤其容易上手，可以做到快速开发、快速实现。wxPython官网提供了非常丰富的demo代码，可以帮助开发人员做到边学边用，下面介绍平台所需模块及功能说明。

- MySQL-python-1.2.4b4.win32-py2.7.exe: Python访问MySQL的API模块。
- psyco-1.6.win32-py25.exe: Python程序提速模块。
- pyinstaller-2.0.zip: Python程序打包工具，安装包制作推荐使用Smart Install Maker。
- pywin32-218.win32-py2.7.exe: Windows系统API访问库。
- rpyc-3.2.3.win32.exe: 分布式计算框架。
- wxPython2.8-win32-docs-demos-2.8.12.1.exe: wxPython Demo（可选项）。
- wxPython2.8-win32-unicode-2.8.12.1-py27.exe: Python GUI图形库。

平台重点文件及目录说明见图16-5。

	data	平台数据目录，存放配置文件、服务器信息XML文件等
	img	平台图标目录
	include	Python头文件存放目录，编译环境用到
	Module	平台功能模块.XRC存放目录
	numbers	平台帐号密钥存放目录
	tmp	平台临时目录，存放升级包描述XML文件
	MD5sum.exe	文件MD5计算工具
	OManager.exe	平台入口可执行文件

图16-5 系统目录结构及说明

16.5 系统功能模块设计

16.5.1 用户登录模块

OManager平台的登录采用了双重安全校验机制：一种为传统的用户名与密码匹配，另一种为密钥文件校验方式，实现的原理是在密钥文件中输入任意随机字符串，通过平台自带的md5sum.exe工具计算出该文件的md5，将生成的md5字符串更新到users（用户表）管理员账号对应的Privatekey字段，以root用户的密钥numbers/root.pem为例，使用方法见图16-6和图16-7。



图16-6 查看密钥文件md5

admin	管理员帐号	passwd	管理员密码	Privatekey	私钥MD5	privileges	权限角色
root		e10adc3949ba59abbe56e057f20f883e		8115082536da7863426017e0248bf3a8		root	

图16-7 数据库存储的密钥文件md5数据

管理员登录时首先获得选择密钥文件的md5，再与数据库中的Privatekey字段进行匹配，建议由超级管理员提前开设好所有用户的账号信息，包括用户名、密码及密钥。再统一将密钥文件以人为单位进行发放。验证的实现方法源码如下：

```
def Check (self, name, password, Privatekey):
    import md5
    m = md5.new (password)          #使用md5模块计算密码的md5串
    md5pass=m.hexdigest ()
    myrow=DBclass ()                #创建数据库连接对象（自定义类）
    sql = "select admin, privileges from users where admin='%s' and
passwd='%s' \
    and Privatekey='%s'" % (name, md5pass, Privatekey)      #参照MySQL中
的用户名、
                                                    #密码、密钥进行校
验
    result = myrow.fetchallq (sql)
    return result          #返回结果集
```

下面是计算密钥文件md5的实现方法，主要用到了hashlib模块：

#计算文件md5值，参数fileName为实体文件路径；参数excludeLine为排除的文本行；
#参数includeLine为额外包含的行

```
def md5 (fileName, excludeLine="", includeLine="") :
    m = hashlib.md5 ()      #使用hashlib模块生成一个md5 hash对象
    try:
        fd = open (fileName, "rb")      #打开密钥文件
    except IOError:
        print "Unable to open the file in readmode: ", filename
        return
    eachLine = fd.readline ()
    while eachLine:      #遍历密钥文件
        if excludeLine and eachLine.startswith (excludeLine):      #排除指定
            continue
        m.update (eachLine)      #用update方法对行字符串进行md5加密且不断做更新处理
        eachLine = fd.readline ()
    m.update (includeLine)      #对额外包含的行做更新和加密处理
    fd.close ()
    return m.hexdigest ()      #返回十六进制结果
```

调用计算文件密钥md5方法：

```
md5 (self.Privatekey.GetValue ())      #self.Privatekey.GetValue () 为用户选择的
密钥文件路径
```

16.5.2 系统配置功能

OManager平台将常用的参数配置化，包括连接数据库、主控端、传输密钥等信息，当外部环境发生变化时无须做代码变更，简单更新配置即可，提高了平台的易用性，降低使用门槛，具体是通过ConfigParser模块操作ini文件实现，效果见图16-8。



图16-8 系统配置功能

手工修改ini文件与界面操作达到的效果是一样的，平台ini文件格式如下：

【data/config.ini】

```
[system]
height = 765
width = 1024
version = v2014
upversion = 10026
ip = 192.168.1.20
port = 11511
timeout = 10
max_servers = 10
secret_key = ctmj#& 8hrgow^sj$ejt@9fzsmh_o) -= (byt5jmg=e3#foya6u
upgrade_url = http: //update.domain.com/upgrade
[db]
db_ip = 192.168.1.10
db_user = servmanageruser
db_pass = 123456#abc
db_name = OManager
```

使用ConfigParser模块操作ini配置文件非常方便，通过get（）、set（）方法来读取与更新配置文件。读配置源码如下：

```
self.cf = ConfigParser.ConfigParser()      #创建ConfigParser对象
self.cf.read(sys.path[0]+'data/config.ini', encoding='utf8')      #读取配
置文件
#读取“system”节中所有键值到指定的变量
self.cf = ConfigParser.ConfigParser()
self.cf.read(sys.path[0]+'data/config.ini')
self._syswidth= self.cf.get("system", "Width")
self._sysheight= self.cf.get("system", "Height")
self._timeout=self.cf.get("system", "Timeout")
self._ip=self.cf.get("system", "IP")
self._port=self.cf.get("system", "Port")
self._max_servers=self.cf.get("system", "max_servers")
self._secret_key=self.cf.get("system", "secret_key")
self._sysversion= self.cf.get("system", "Version")
self._sysUpversion= self.cf.get("system", "Upversion")
self._upgrade_url= self.cf.get("system", "upgrade_url")
#读取“db”节中所有键值到指定的变量
self._db_ip= self.cf.get("db", "db_ip")
self._db_user= self.cf.get("db", "db_user")
self._db_pass= self.cf.get("db", "db_pass")
self._db_name= self.cf.get("db", "db_name")
```

更新配置也非常简单，将get（）方法更换成set（），再指定ini的节、键、值三个元素即可。下面是更新数据库IP参数的代码，其中self.DB_ip.GetValue（）为输入框的内容。

```
self.cf.set ("db", "db_ip", self.DB_ip.GetValue ())
```

16.5.3 服务器分类模块

为了让OManager更具通用性，平台的服务器信息依赖企业现有资产库数据，通过平台规范好的格式生成XML文件，结合Tree与ListBox控件实现功能分类与服务器联动，效果见图16-9。



图16-9 服务器分类选择

服务器分类的组织形式与OMserver保持一致，即功能分类→业务分类→服务器。图16-10为服务器类别的XML数据文件，用来描述服务器类别信息。

【data/ServerOptioninfo.xml】

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <wml>
  - <AppClass id="1">
    <appname>应用服务器</appname>
  </AppClass>
  - <AppClass id="2">
    <appname>数据库服务器</appname>
  </AppClass>
  - <AppClass id="3">
    <appname>日志服务器</appname>
  </AppClass>
  + <AppClass id="4">
  + <AppClass id="5">
  + <AppClass id="6">
  - <AppClass id="7">
    <appname>测试服务器</appname>
  </AppClass>
  + <AppClass id="8">
  + <AppClass id="9">
  + <AppClass id="10">
  + <AppClass id="11">
  + <AppClass id="12">
  - <AppClass id="13">
    <appname>游戏服务器</appname>
  </AppClass>
</wml>

```

图16-10 服务器分类的XML文件

其中，“<AppClass id="1">”标签id属性值为功能分类ID号，“<appname>应用服务器</appname>”使用<appname>子元素描述功能分类名称。服务器信息的XML数据文件用来描述服务器的详细属性，详细内容见图16-11，属性与子元素说明见表16-2。

【data/Serverinfo.xml】（部分内容）

```

- <wml>
  - <server ip="192.168.1.20">
    <serverserial>SN2013-08-020</serverserial>
    <wip>218.31.20.20</wip>
    <lip>192.168.1.20</lip>
    <os>Linux</os>
    <app>www.domain.com</app>
    <locate>05-02-10</locate>
    <option>1</option>
  </server>
  - <server ip="192.168.1.21">
    <serverserial>SN2013-08-021</serverserial>
    <wip>218.31.20.21</wip>
    <lip>192.168.1.21</lip>
    <os>Linux</os>
    <app>www.domain.com</app>
    <locate>05-05-01</locate>
    <option>1</option>
  </server>
</wml>

```

图16-11 服务器信息的XML文件

表16-2 属性与子元素说明

属性与子元素	含 义
ip	IP 地址（唯一标识），内外网 IP 均可
serverserial	主机名
wip	外网 IP 地址
lip	内网 IP 地址
os	操作系统类别
app	应用名称，一般为应用域名
locate	服务器所处机架位置
option	功能分类 ID，与服务器功能分类的 XML 文件中 AppClass 标签的 id 属性关联

每个管理员所负责的服务器资源通常都不一样，一般以服务器功能分类的维度划分。OManager可为这种权限要求提供支持，实现的思路是在users表的privileges（权限角色）字段定义服务器分类ID，其中“root”为特殊权限，代表超级管理员，所有服务器资源都可见。账号“demo”的权限配置，以及在平台中展示的效果见图16-12。

admin 管理员帐号	passwd 管理员密码	Privatekey 私钥MD5	privileges 权限角色
demo	e10adc3949ba59abbe56e057f20f883e	dcad4ca98819e25a3ebcc939d5c21378	1, 2, 3, 5, 6
root	e10adc3949ba59abbe56e057f20f883e	8115082536da7863426017e0248bf3a8	root

图16-12 用户权限配置及展示效果

当窗体（wx.Frame）初始化时，“服务器类别”控件会自动加载数据，实现的方法是通过遍历以上提到的两个XML数据，将当前账号的权限ID列表与服务器类别ID进行关联，获取所具备的权限，即拥有的服务器类别ID。“应用名称”则通过服务器信息的“<option>”元素与服务器类别ID进行匹配，实现源码如下：

```
import xml.etree.ElementTree as ET
import os
import sys
root_tree = ET.parse(sys.path[0]+'./data/ServerOptioninfo.xml') #打开服务器类别XML文档
class_tree = ET.parse(sys.path[0]+'./data/Serverinfo.xml') #打开服务器信息XML文档
root_doc = root_tree.getroot() #获得服务器类别XML文档root节点
class_doc = class_tree.getroot() #获得服务器信息XML文档root节点
class ServerClassList():
    def Resurn_list(self, UserPrivileges): #返回服务器类别、应用方法
        ServerList_KEY=[] #定义返回的服务器类别、应用信息列表对象
        serverclass=[] #定义服务器类别列表对象
        serverapp=[] #定义业务应用列表对象
        for root_child in root_doc: #遍历服务器类别节点
            if not root_child.get('id') in UserPrivileges and not UserPrivileges[0]=="root":
                continue #没有权限的服务器类别将被忽略
            serverclass.append(root_child[0].text.encode('gbk')) #追加服务器类
            #别名称
            <appname>
            serverapp=[]
            for class_child in class_doc: #遍历服务器信息节点
                #如与功能分类ID相匹配，则追加<app>到serverapp
                #通过index()方法产生的异常判断当前<app>是否已经存在于serverapp中
                if class_child[6].text==root_child.get('id'):
                    try:
                        serverapp.index(class_child[4].text.encode('gbk'))
                    except:
                        serverapp.append(class_child[4].text.encode('gbk'))
                        serverclass.append(serverapp)
                        ServerList_KEY.append(serverclass)
                        serverclass=[]
#返回结果串格式: [['应用服务器', ['www.a.com', 'www.b.com']], ['数据库服务器', ['www.c.com']]...]
            return ServerList_KEY
```

16.5.4 系统升级功能

相比B/S结构程序，C/S结构的另一缺点是不方便升级，部分软件甚至要求重新安装、重启计算机等操作。为了解决此问题，OManager

在系统升级方面结合了B/S的模式，将升级包放在远端，由管理员触发升级操作，同时不影响当前的其他操作，重启OManager程序后即可完成升级。OManager系统升级流程图见图16-13。



图16-13 系统升级流程图

OManager系统升级的原理：首先将升级描述文件（updateMS.xml）、升级包上传至版本服务器，由管理员触发升级操作，再通过urllib模块实现HTTP方式下载updateMS.xml文件并进行分析，获取所有需要升级的程序包，包括远程URL及下载本地存储地址，最后遍历下载所有升级包到指定的位置，完成整个升级过程。下面是升级描述文件updateMS.xml的示例：

【tmp/updateMS.xml】

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"? >
<wml>
<AppClass id="1">
    <localsrc>data/Serverinfo.xml</localsrc>
    <remotesrc>/data/Serverinfo.xml</remotesrc>
</AppClass>
<AppClass id="2">
    <localsrc>data/ServerOptioninfo.xml</localsrc>
    <remotesrc>/data/ServerOptioninfo.xml</remotesrc>
</AppClass>
<AppClass id="3">
    <localsrc>OManager.10026.exe</localsrc>
    <remotesrc>/OManager.exe</remotesrc>
</AppClass>
</wml>
```

在此XML文件中，localsrc与remotesrc分别表示本地存储地址及远程URL路径，远程URL文件与本地路径建议保持一致，可以提高系统的可维护性，如本地的“data/Serverinfo.xml”与远程的“/data/Serverinfo.xml”，远程升级包目录结构见图16-14。


```
upgrade/  
├──data  
│   ├──Serverinfo.xml  
│   └──ServerOptioninfo.xml  
├──OManager.exe  
└──updateMS.xml
```

图16-14 远程升级包存储路径

在此配置中，需要升级的程序包为OManager.exe、Serverinfo.xml、ServerOptioninfo.xml三个，变更项包括了添加主机信息、主程序优化等，下面介绍升级步骤。

1) 上传升级相关文件到版本服务器指定位置，具体见图16-14。

2) 更新数据库中平台最新版本号，即更新upgrade表的version字段，如更新版本号为“10026”；用户会根据data/config.ini中的upversion键值与最新版本号进行匹配，当小于最新版本号时将触发升级。

3) 点击“系统升级”工具栏图标进行升级，升级成功后如图16-15所示。

升级结束后，平台根目录下多了一个“OManager.10026.exe”最新版本的程序包，见图16-16。

运行“OManager.10026.exe”，在主程序左侧的服务器列表框中多了一台“218.31.20.11”主机，见图16-17。再查看data/config.ini中的upversion键值，已经改为“10026”，说明系统已成功升级。



图16-15 系统升级成功

MD5sum.exe	2013/7/21 21:07
OManager.10026.exe	2014/7/12 12:26
OManager.exe	2014/7/12 12:20
msvcm90.dll	2013/8/4 15:37
msvc90.dll	2013/8/4 15:37
msvcr90.dll	2013/8/4 15:37
python27.dll	2012/4/10 23:31
wxbase30u_net_vc90.dll	2013/12/28 2:21
wxbase30u_vc90.dll	2013/12/28 2:21

图16-16 升级后的文件列表

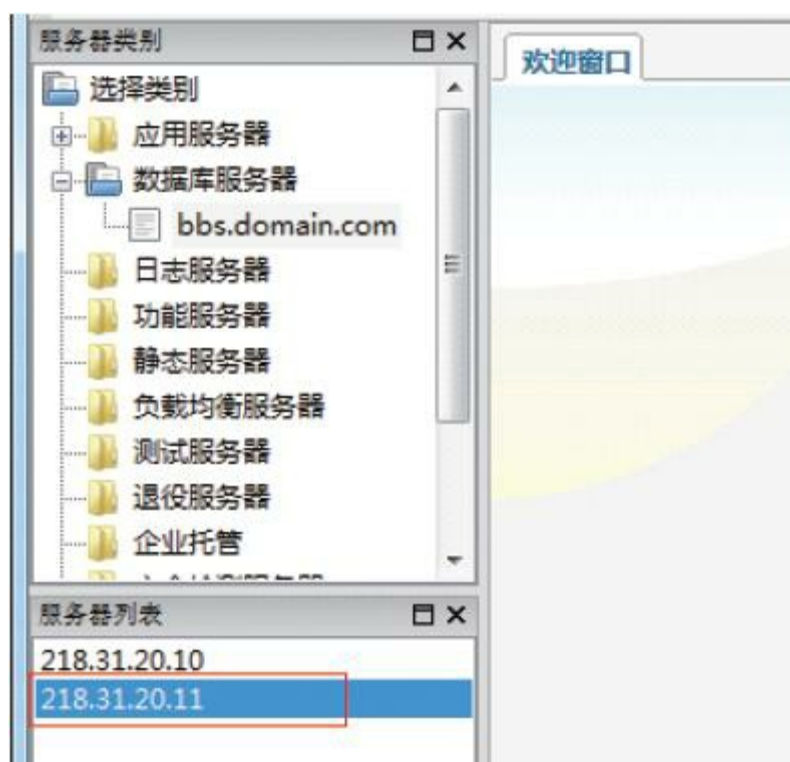


图16-17 更新后的主机列表

介绍完系统升级的操作过程，下面介绍OManager实现升级功能的源码分析，使用模块`urllib.urlopen(url).read()`方法实现HTTP协议文件下载，使用`xml.etree.ElementTree`模块实现XML文件的分析。

```
def load_data(self, event):          #系统升级方法
    try:
        if self.button.GetLabel() == u"关闭":
            self.Destroy()
            url=self.updateURL+"/updateMS.xml"          #指定升级描述文件远程及本地路
            径
            localfile=sys.path[0]+'../tmp/updateMS.xml'
            if not self.download(url, localfile):        #下载升级描述文件
                return
        except Exception, e:
            wx.MessageBox(u"更新描述文件下载失败"+str(e), u"OManager: ",
                style=wx.OK|wx.ICON_ERROR)
            self.Destroy()
            return
        try:          #打开升级描述文件，为下面的分析做好准备
            import xml.etree.ElementTree as ET
            update_tree = ET.parse(sys.path[0]+'../tmp/updateMS.xml')
            up_doc = update_tree.getroot()
        except Exception, e:
            wx.MessageBox(u"导入更新包出错", u"OManager: ",
                style=wx.OK|wx.ICON_ERROR)
            self.Destroy()
            return
        try:          #遍历描述文件，获取升级描述文件中所有程序包的远程及本地路径，调用
            #download()方法实现下载
            upgrade_count=0
            for cur_child in up_doc:
                upgrade_count+=1
```

```

        url=self.updateURL+cur_child[1].text
        localfile=sys.path[0]+'/' +cur_child[0].text
        if self.download(url, localfile) ==False:
            break
        self.cf.set("system", "Upversion", self.lastversion) #更新
config.ini
#最新版本号
self.cf.write(open(sys.path[0]+'data/config.ini', "w"))
self.ConnStaticText.SetLabel(u"成功更新"+str(upgrade_count)
+"个数据包...")
self.button.SetLabel(u"关闭")
except Exception, e:
    wx.MessageBox(u"系统文件下载失败", "OManager",
style=wx.OK|wx.ICON_ERROR)
self.Destroy()
return
finally:
    pass
event.Skip()

```

16.5.5 客户端模块编写

OManager提供客户端模块开发支持，与OMserver的实现思想一样，区别是OMserver基于HTML表单来定义，而OManager基于XRC。XRC（XML Resource）的设计来源于wxWidgets，原理是将界面设计的工作从程序中独立出来，类似于Django开发框架中模板系统的角色，目的是将业务逻辑与界面进行分离，好处是代码的结构会更加清晰，可读性也会大大提高。具体做法是通过XML格式定义系统界面，当程序运行时再载入。XRC的使用手册见http://wiki.wxwidgets.org/Using_XML_Resources_with_XRC。OManager平台将功能模块采用XRC设计，在主程序中按功能分类导入，效果见图16-18和图16-19。



图16-18 功能模块菜单

OManager平台提供了最多2个控件参数的定义，控件类别支持

wxSpinCtrl（微调控制器）、wxListBox（列表控件）、wxTextCtrl（文本输入控件）等，当然，扩展更多的控件类型也非常简单，前提是需要了解各控件的属性及方法，其中控件值会被当成模块参数通过rpyc传输到服务器端。下面为“bas_1001_系统日志.xrc”功能模块的设计，包括一个容量控件wxPanel对象，wxPanel对象包含了两个对象，一个文字标签控件wxStaticText对象，通过<label>元素定义该模块的功能文字说明；另一个对象为微调控制器wxSpinCtrl，通过<value>元素定义默认值，<min>与<max>定义控件的最小值及最大值。更多的控件介绍请参考：http://wiki.wxwidgets.org/Using_XML_Resources_with_XRC。该功能模块的XRC定义内容如下：



图16-19 功能模块窗口

【Module/bas_1001_系统日志.xrc】

```
<? xml version="1.0" encoding="utf-8"? >
<resource>
  <object class="wxPanel" name="panel">
    <size>200, 100</size>
    <object class="wxStaticText" name="label1">
      <label>功能描述：显示服务器Message最新选择条数的记录。</label>
      <pos>30, 20</pos>
    </object>
    <object class="wxSpinCtrl" name="Parameter1_object_id">
      <style>wxSP_ARROW_KEYS</style>
      <value>30</value>
      <min>1</min>
      <max>100</max>
    </object>
  </object>
</resource>
```

```
        <pos>30, 50</pos>
    </object>
</object>
</resource>
```

在主程序中，通过xrc.XmlResource（）方法加载XRC模块文件，使用xrc.XRCCTRL（）方法获取控件对象，使用对象的GetValue（）或GetStringSelection（）方法得到控件输入值，其中wxSpinCtrl、wxTextCtrl控件使用GetValue（）方法，wxListBox控件使用GetStringSelection（）方法。在主程序中调用XRC的方法，源码（部分）如下：

```
from wx import xrc
self.res = xrc.XmlResource (sys.path[0]+'/Module/bas_1001_系统日志.xrc')
#加载模块资源文件
panel = self.res.LoadPanel (self, "panel")      #加载panel面板控件
try:
    self.Parameter1 = xrc.XRCCTRL (panel, 'Parameter1_object_id')  #加载控件1对象名
except Exception, e:
    pass
#获取不同控件的返回值，GetClassName（）方法返回控件类别名，用于定位不同控件获取value的方法
try:
    if self.Parameter1.GetClassName ()=="wxSpinCtrl":
        self.Parameter1_value=self.Parameter1.GetValue ()
    elif self.Parameter1.GetClassName ()=="wxListBox":
        self.Parameter1_value=self.Parameter1.GetStringSelection ()
except Exception, e:
    pass
...
```

平台功能模块XRC文件命名遵循一定的标准规范，即“模块功能类别_模块ID_功能中文名称.xrc”，文件名将会以“_”作为分隔符，拆分的数据将应用到系统功能中，比如文件名前缀“模块功能类别”会根据不同类别代号加载到不同功能菜单，实现源码（部分）如下：

```
bashmenu = wx.Menu ()      #定义"基本功能"二级菜单
appmenu = wx.Menu ()      #定义"应用功能"二级菜单
dbmenu = wx.Menu ()       #定义"数据库功能"二级菜单
servicemenu = wx.Menu ()  #定义"后台服务功能"二级菜单
middlemenu = wx.Menu ()   #定义"中间件功能"二级菜单
#根据不同XRC文件前缀，将三级菜单追加到对应的二级菜单中
for file_info in self.ModuleDetail:
    file_array=string.split (file_info, '_')
    if file_info[0: 3]=="bas":
        bashmenu.Append (int (file_array[1]), file_array[2],
file_array[2])
    elif file_info[0: 3]=="app":
```



```

        appmenu.Append (int (file_array[1]), file_array[2], file_array[2])
    elif file_info[0: 3]=="dba":
        dbmenu.Append (int (file_array[1]), file_array[2], file_array[2])
    elif file_info[0: 3]=="ser":
        servicemenu.Append (int (file_array[1]), file_array[2],
file_array[2])
    elif file_info[0: 3]=="mid":
        middlemenu.Append (int (file_array[1]), file_array[2],
file_array[2])

```

文件“模块ID”段将作为该模块的唯一标识，与服务器端模块进行匹配。另外，要求模块XRC文件必须存放于平台Module目录。以下为客户端的所有模块清单，其中ID为“100*”的模块，服务器端已完成对接，其他部分读者可以根据自身的需求自行开发或扩展，平台功能模块XRC文件列表见图16-20。

名称	修改日期	类型	大小
 app_1005_同步应用文件.xrc	2014/7/2 6:59	XRC 文件	1 KB
 app_1006_查看应用配置.xrc	2014/7/2 23:47	XRC 文件	1 KB
 app_3200_YUM安装.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 app_3201_硬件检查.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_1001_系统日志.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_1002_最新登录.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_1003_系统版本.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_1004_内核模块.xrc	2014/7/3 19:10	XRC 文件	1 KB
 bas_1007_重启进程服务.xrc	2014/7/2 23:47	XRC 文件	1 KB
 bas_3100_可控服务器.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_3105_监听端口.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_3106_系统用户.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_3107_系统组.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_3109_计划任务.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 bas_3110_活动用户.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 dba_3300_更新配置.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 dba_3302_重启MySQL.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 dba_3303_锁进程.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 dba_3304_写语句.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 dba_3305_检查备份.xrc	2013/7/20 18:30	XRC 文件	1 KB
 mid_3500_消息服务.xrc	2014/6/29 22:23	XRC 文件	1 KB
 ser_3400_后台分析检查.xrc	2014/6/29 22:23	XRC 文件	1 KB

图16-20 功能模块XRC文件列表

16.5.6 执行功能模块

由于OManager只有两层结构，与服务器端的通信就是一个交互过程，由客户端发起任务请求，服务器执行任务并返回操作结果，操作步骤见图16-21。

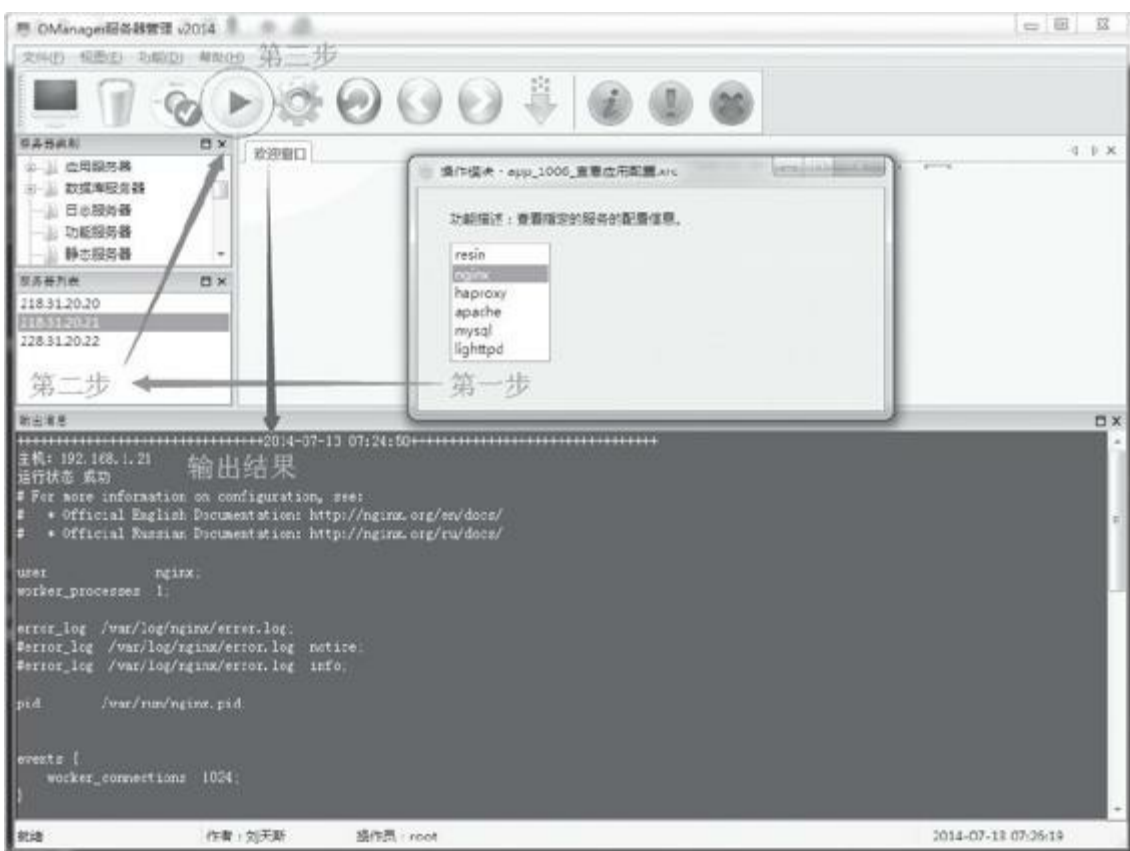


图16-21 功能模块执行步骤

为提高平台的通用性及兼容度，OManager的数据封装、传输、加密方式及服务器端与OMserver一致，即传输采用了rpyc框架、RC4加密算法、服务器端同一监听服务。服务器端的实现本节不再做介绍，具体可参考13.5.3节。下面介绍基于wxPython实现的客户端提交任务的几个方法。

```
try:
    conn=rpyc.connect(self._ip, int(self._port))          #连接rpyc服务器
    #调用login()方法实现通信账号、密码校验
    conn.root.login('OMuser', 'KJS23o4ij09gHF734iuh sdfhkGYSihoiwhj38u4h')
except Exception, e:
    message=u"系统提示: 连接远程服务器超时。"+str(e)
    wx.MessageBox(message, u"OManager服务器管理平台: ",
    style=wx.OK|wx.ICON_ERROR)
    return
#调用OnGetSelectServerinfo方法获取计算机名、字符串、服务器数量
_server_list=self.OnGetSelectServerinfo('serverserial_ip', 1,
int(self._max_servers))
#判断用户是否选择了至少一台服务器，不选择则直接返回
if not _server_list:
    return
#操作记录调用了Addsyslogs()方法写入user_logs表，用于操作记录追溯
Intologs.Addsyslogs(self.CurrentAdmin, u"操作对象: "+\
self.OnGetSelectServerinfo('lip', 1, 20)+u"-操作MID: "+GetModelestrrow[0])
#合并提交串，格式: "模块ID@@主机IP*主机名, N@@参数1@@参数2@@..."
例如: "1001@@192.168.1.21*SN2013-08-021@@30@@..."
put_string+=str(GetModelestrrow[0])
+"@@"+_server_list+"@@"+Parameter_string
#调用tencode()方法对提交串进行加密
```



```
put_string=FunApp.tencode (put_string, self._secret_key)
# #调用rpyc的Runcommands () 方法执行任务，返回的结果通过tdecode () 方法解密OPresult=
FunApp.tdecode (conn.root.Runcommands (put_string),
self._secret_key).decode ('utf8')
#在“输出消息”框输出返回结果
self.OnWriteMessageBox (FunApp.format_str (OPresult))
conn.close ()
```

下面为“输出消息”框输出消息方法，使用SetInsertionPoint (0) 获取消息插入点，通过WriteText () 方法写入消息，代码如下：

```
def OnWriteMessageBox (self, message):
    t = time.localtime (time.time ())
    st = time.strftime ("%Y-%m-%d %H: %M: %S", t)      #获取当前系统时间
    self.SysMessaegText.SetInsertionPoint (0)          #设置消息框插入点，参数0为开
始位置
    #将方法参数message (消息内容) 写入消息框
    self.SysMessaegText.WriteText ("++++++"+str (st)
+"++++++\n"+message+"\n")
    self.SysMessaegText.SetInsertionPoint (0)
```

执行任务返回的结果见图16-22。另外OManager的窗体元素支持任意角度的组合、分离、拖动等，管理员可以根据不同喜好进行调整。

16.5.7 平台程序发布

为了让平台在没有Python以及第三方模块包的环境中正常运行，对源程序进行打包发布是项目最后一个环节，对此pyinstaller (<http://www.pyinstaller.org>) 提供了很好的解决方案，其支持Linux与Windows平台可执行程序的制作，简单易用。Pyinstaller 2.0无须安装，解压即可使用，下面为平台打包的bat批处理脚本。

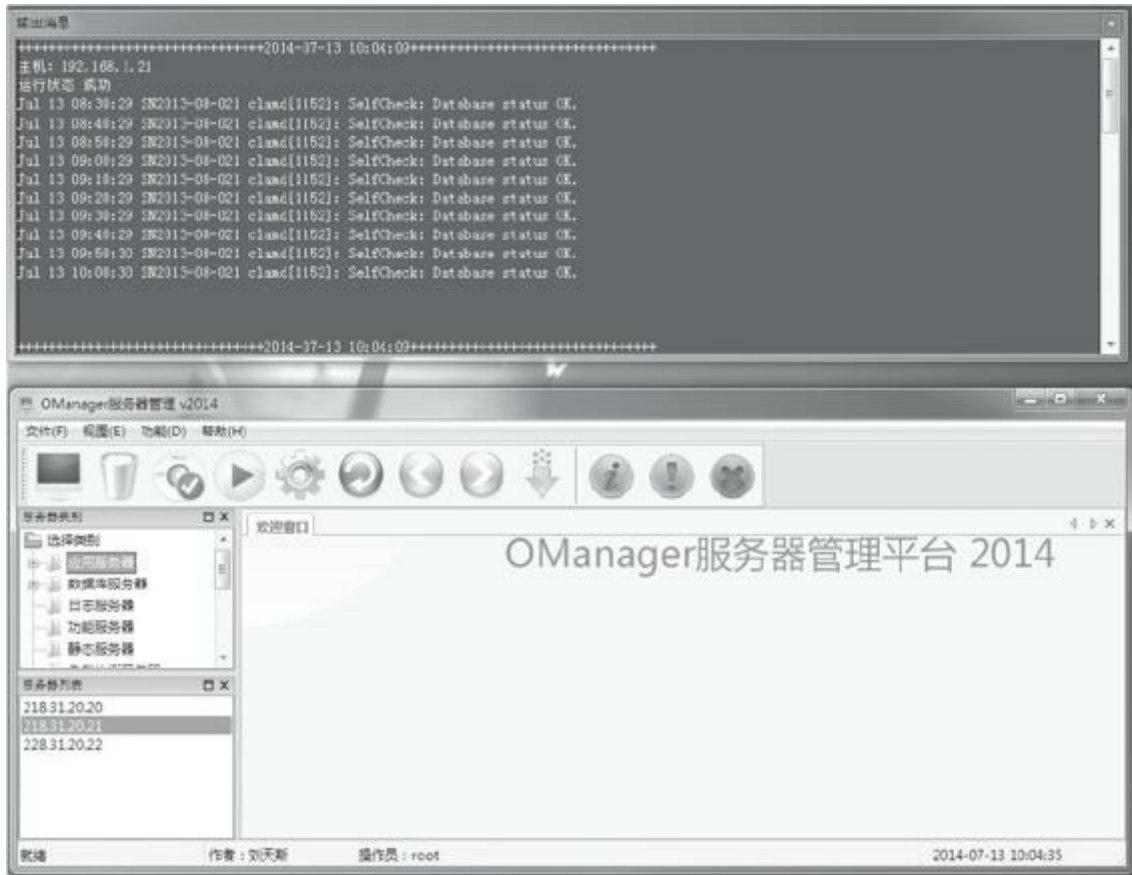


图16-22 功能模块执行结果

【install.bat】

```
cd D: \python\OManager\OManager
d:
rd /S /Q dist
rd /S /Q build
del logdict2.7.3.final.0-1.log
python d: /soft/pyinstaller-2.0/pyinstaller.py --onedir -w --
icon=img/imac.ico OManager.py
copy MD5sum.exe dist\OManager
xcopy /s data dist\OManager\data\
xcopy /s img dist\OManager\img\
xcopy /s Module dist\OManager\Module\
xcopy /s numbers dist\OManager\numbers\
xcopy /s tmp dist\OManager\tmp\
rd /S /Q build
rd /S /Q build
del logdict2.7.3.final.0-1.log
```

假设项目目录为“D:\python\OManager\OManager”，参数“--onedir”为创建的一个目录，包含exe文件以及相关依赖类包；“-w”表示制作视窗界面，无控制台（命令行）；“--icon”指定执行程序图标；“OManager.py”为平台入口源程序。通过xcopy复制平台相关目录到打包路径（如dist\OManager）。打包后的目录结构见图16-23。

名称	修改日期	类型	大小
tmp	2014/7/13 10:11	文件夹	
numbers	2014/7/13 10:11	文件夹	
Module	2014/7/13 10:11	文件夹	
include	2014/7/13 10:11	文件夹	
img	2014/7/13 10:11	文件夹	
data	2014/7/13 10:11	文件夹	
wxmsw30u_xrc_vc90.dll	2013/12/28 2:23	应用程序扩展	658 KB
wxmsw30u_html_vc90.dll	2013/12/28 2:23	应用程序扩展	587 KB
wxmsw30u_core_vc90.dll	2013/12/28 2:22	应用程序扩展	4,671 KB
wxmsw30u_aui_vc90.dll	2013/12/28 2:23	应用程序扩展	391 KB
wxmsw30u_adv_vc90.dll	2013/12/28 2:22	应用程序扩展	1,222 KB
wxbase30u_xml_vc90.dll	2013/12/28 2:23	应用程序扩展	133 KB
wxbase30u_vc90.dll	2013/12/28 2:21	应用程序扩展	1,978 KB
wxbase30u_net_vc90.dll	2013/12/28 2:21	应用程序扩展	152 KB
python27.dll	2012/4/10 23:31	应用程序扩展	2,250 KB
msvcr90.dll	2013/8/4 15:37	应用程序扩展	641 KB
msvc90.dll	2013/8/4 15:37	应用程序扩展	556 KB
msvcm90.dll	2013/8/4 15:37	应用程序扩展	220 KB
OManager.exe	2014/7/13 10:11	应用程序	2,121 KB
MD5sum.exe	2013/7/21 21:07	应用程序	791 KB
wx_xrc.pyd	2014/6/29 11:50	PYD 文件	146 KB

图16-23 打包后生成的文件列表

最后一步就是制作安装包，我们可以简单对目录制作压缩包发布，也可以使用更加专业的安装包制作工具，如Advanced Installer、Inno Setup、Smart Install Maker等，最终将生成一个安装包文件“Setup.exe”，单击安装后的效果见图16-24。



图16-24 系统安装界面



<http://www.snip2code.com/Snippet/27937/Blockout-encryption-decryption-methods-p>。

Table of Contents

[本书赞誉](#)

[前言](#)

[第一部分 基础篇](#)

[第1章 系统基础信息模块详解](#)

[1.1 系统性能信息模块psutil](#)

[1.2 实用的IP地址处理模块IPy](#)

[1.3 DNS处理模块dnspython](#)

[第2章 业务服务监控详解](#)

[2.1 文件内容差异对比方法](#)

[2.2 文件与目录差异对比方法](#)

[2.3 发送电子邮件模块smtpplib](#)

[2.4 探测Web服务质量方法](#)

[第3章 定制业务质量报表详解](#)

[3.1 数据报表之Excel操作模块](#)

[3.2 Python与rrdtool的结合模块](#)

[3.3 生成动态路由轨迹图](#)

[第4章 Python与系统安全](#)

[4.1 构建集中式的病毒扫描机制](#)

[4.2 实现高效的端口扫描器](#)

[第二部分 高级篇](#)

[第5章 系统批量运维管理器pexpect详解](#)

[5.1 pexpect的安装](#)

[5.2 pexpect的核心组件](#)

[5.3 pexpect应用示例](#)

[第6章 系统批量运维管理器paramiko详解](#)

[6.1 paramiko的安装](#)

[6.2 paramiko的核心组件](#)

[6.3 paramiko应用示例](#)

[第7章 系统批量运维管理器Fabric详解](#)

[7.1 Fabric的安装](#)

[7.2 fab的常用参数](#)

[7.3 fabfile的编写](#)

[7.4 Fabric应用示例](#)

[第8章 从“零”开发一个轻量级WebServer](#)

[8.1 Yorserver介绍](#)

[8.2 功能实现方法](#)

[第9章 集中化管理平台Ansible详解](#)

[9.1 YAML语言](#)

[9.2 Ansible的安装](#)

[9.3 定义主机与组规则](#)

[9.4 匹配目标](#)

[9.5 Ansible常用模块及API](#)

[9.6 playbook介绍](#)

[9.7 playbook角色与包含声明](#)

[9.8 获取远程主机系统信息：Facts](#)

[9.9 变量](#)

[9.10 条件语句](#)

[9.11 循环](#)

[9.12 示例讲解](#)

[第10章 集中化管理平台Saltstack详解](#)

[10.1 Saltstack的安装](#)

[10.2 利用Saltstack远程执行命令](#)

[10.3 Saltstack常用模块及API](#)

[10.4 grains组件](#)

[10.5 pillar组件](#)

[10.6 state介绍](#)

[10.7 示例：基于Saltstack实现的配置集中化管理](#)

[第11章 统一网络控制器Func详解](#)

[11.1 Func的安装](#)

[11.2 Func常用模块及API](#)

[11.3 自定义Func模块](#)

[11.4 非Python API接口支持](#)

[11.5 Func的Facts支持](#)

[第12章 Python大数据应用详解](#)

[12.1 环境说明](#)

[12.2 Hadoop部署](#)

[12.3 使用Python编写MapReduce](#)

[12.4 实战分析](#)

[第三部分 案例篇](#)

[第13章 从零开始打造B/S自动化运维平台](#)

[13.1 平台功能介绍](#)

[13.2 系统构架设计](#)

[13.3 数据库结构设计](#)

[13.4 系统环境部署](#)

[13.5 系统功能模块设计](#)

[第14章 打造Linux系统安全审计功能](#)

[14.1 平台功能介绍](#)

[14.2 系统构架设计](#)

[14.3 数据库结构设计](#)

[14.4 系统环境部署](#)

[14.5 服务器端功能设计](#)

[第15章 构建分布式质量监控平台](#)

[15.1 平台功能介绍](#)

[15.2 系统构架设计](#)

[15.3 数据库结构设计](#)

[15.4 系统环境部署](#)

[15.5 服务器端功能设计](#)

[第16章 构建桌面版C/S自动化运维平台](#)

[16.1 平台功能介绍](#)

[16.2 系统构架设计](#)

[16.3 数据库结构设计](#)

[16.4 系统环境部署](#)

[16.5 系统功能模块设计](#)