

申 明

以下内容为本人的毕业设计论文，由于水平有限，做的事情不多，主要是对源码（r1292）的解读和对其数据库的分析（数据分析详见我共享的“hustoj 数据库表分析 （r1292）更新.doc” 文件），在文中可能有些地方写的不对，大家多多指证，如有部分的参考文献当时未来的急标注的，希望相关作者体谅（本文并未发表，相关作者如要求加上相关参考文献可以联系本人）。

在此再次感谢我父母养育了我，感谢我的导师（涉及个人隐私，隐去其姓名）给予我的帮助和指导，同时感谢 hustoj 的开发和维护人员，尤其是张浩斌老师，最后感谢“兰兰”给我带来的温暖。

菜鸟作品，不喜勿喷。

夏夏

2013/03/31



浙江外國語學院

本科毕业设计（论文）

（ 2012 届 ）

题 目： 基于 HustOj 的高级语言实训系统
的设计与实现

学 院： 科学技术学院

专 业： 计算机科学与技术

学生姓名： 吴传夏 学号：

指导教师： *** 职称：

合作导师： 职称：

完成时间： 2012 年 5 月 8 日

成 绩：

浙江外国语学院本科毕业设计(论文)正文

目 录

摘要	1
关键词	1
Abstract	1
Key word	1
1 引言.....	1
1.1 Online Judge 现状.....	2
1.2 HustOj 的特点.....	2
1.3 主要研究内容.....	2
1.4 研究的目的是和意义.....	3
2 系统的相关技术介绍.....	3
2.1 系统运行环境.....	4
2.1.1 Linux 简介	4
2.1.2 PHP 简介	5
2.1.3 MySQL 简介	5
2.2 AJAX 介绍.....	6
2.3 PHPExcel 介绍.....	6
3 HustOj 分析	6
3.1 判题源码分析.....	7
3.1.1 服务进程分析.....	7
3.1.2 判题进程分析.....	10
3.1.3 SIM 简介	10
3.2 Web 源码分析	10
3.3 数据库分析.....	10
3.4 svn 支持	12
4 高级语言实训系统的设计.....	12
4.1 实训系统的功能设计.....	12
4.2 实训系统数据库设计.....	13
4.3 判题程序与数据库的对接.....	14
5 基于 HustOj 的实训系统的实现.....	14
5.1 实训系统页面重新布局.....	14
5.2 实训系统 web 代码的改进.....	15
5.2.1 批量导入用户信息.....	15

5.2.2 动态把用户名单加入某次实训中.....	18
5.2.3 普通用户模式下 web 代码修改.....	20
5.3 生成安装脚本.....	23
5.3.1 数据库初始化文件.....	23
5.3.2 构建文件结构.....	23
5.3.3 生成安装脚本.....	23
6 系统测试.....	24
结论	26
致谢	27
参考文献	28

基于 HustOj 的高级语言实训系统 的设计与实现

科学技术学院 计算机科学与技术专业 吴传夏

指导老师: ***

摘要: 在线评测系统 (Online Judge, OJ), 广泛应用于各类计算机程序设计比赛和教学, 许多高校建立自己的 OJ, 合理的开发和使用 OJ 对计算机专业教学有很大帮助。本实训系统基于 HustOj 完成, 具体分析了 HustOj 的数据库及源码设计, 在 HustOj 的基础上重新设计了数据库, 加入了批量导入用户信息、智能分组选择参训人员名单功能, 并成功把 HustOj 的比赛模块修改为实训模块, 依托 HustOj 系统的稳定性、完整性极大的提高了开发效率, 有效的保证了系统的稳定性。

关键词: HustOj; Online Judge; 高级语言; 实训系统; LAMP

The Design and Implementation of High-level language training system based on HustOj

Chuanxia Wu Director: ***

(Dept. of Science & Technology, Zhejiang International Studies University)

Abstract: The Online Judge System (OJ) is widely used in computer programming competitions and teaching. As we all know, many colleges and universities have set up their own OJ, and the rational development and use of OJ helps a lot to the teaching in the Computer Major. This training system is based on HustOj. It analyzes in detail about the database and the source code design. On the basis of HustOj, it redesigns the database, and also adds some functions like importing the users' information in batch, intelligent packet and select the list of trainees. Further more, change the HustOj competition module to the training module successfully. Relying on the stability of the system of HustOj, the development efficiency of this training system is greatly improved. Which ensures itself runs steadily.

Key word : HustOj; Online Judge; High-level language; the training system; LAMP

1 引言

随着计算机互联网和计算机技术的不断发展, 网络教育 (e-Learning) 在不断的兴起, 包括: 基础网络教育、高等网络教育、网络职业认证培训、企业 E-Learning、网络教育服务。作为教育评估指标之一的在线判题系统也成为了一个新的研究方向, 在整个教学过程和结果中扮演了重要的角色。Online Judge 实现了高级程序设

计语言的自动判题，一方面极大的减轻了教师的工作量，更加客观全面的判断程序；另一方面通过这个在线判题的方式能激发学生学习的积极性^[1]。

1.1 Online Judge 现状

在线评测系统(Online Judge, OJ)起源于国际大学生程序设计竞赛(ACM/ICPC)，是一种采用黑盒测试原理进行计算机程序正确性判断的自动化程序^[2]。该系统具有比赛公平性好、评测自动化程度高、节约人力成本等优点，广泛应用于各类计算机程序设计比赛和教学^[3]。在 ACM 事业于中国发展的十几年中，OJ 系统的出现如雨后春笋，各大高校纷纷建立起自己的 ACM 网站，虽然互联网上可以访问到的在线评测系统数量很多，但开放源代码的在线评测系统数量则相对有限。国内知名的在线评测系统中，浙江大学在线评测系统(ZOJ)和北京交通大学在线评测系统(BOJ)都进行了开源的尝试。虽然有部分高校虽然通过开源代码架设了自己的 OJ 系统，但是在题目数据获取、系统维护上存在很大的困难^[4]。由于以上两所高校开放的源代码没有相关文档、社区和相关的技术支持很难得到推广。

1.2 Hust0j 的特点

Hust0j 是由华中科技大学毕业生王良晶等同学开发并在 2008 年底以 GPL 协议进行开源的一个基于 LAMP 平台的在线评测系统，近几年在创始人、管理员张浩斌老师以及其他热爱 Hust0j 的人共同努力下 Hust0j 功能越来越完善，并拥有了大量的帮助文档以及 google 的开源项目 (<http://code.google.com/p/hustoj/>)，国内外有众多高校及 IT 行业在使用 Hust0j，九度社区 (<http://ac.jobdu.com/>) 就是一个很成功的案例。至今 Hust0j 仍在继续更新，Hust0j 具有以下特点：

- (1) 有 shell 安装脚本，实现命令方式的安装，具有详细的安装步骤文档。
- (2) 可视化的题目管理界面，采用 FCKEditor 实现了超文本编辑和图片上传功能。
- (3) 支持多种程序语言的判断题，如 C、C++、Java、Ruby、Bash、Python、Perl、C#、PHP 等。
- (4) 支持多国语言。
- (5) 具有抄袭侦测功能。
- (6) FreeProblemSet (FPS) 支持，解决了开源题目的格式问题。
- (7) 具有论坛、即时通讯群、用户社区。

1.3 主要研究内容

本课题主要完成一个基于 Hust0j 系统开发的高级语言的实训系统，在开发之前须对 Hust0j 源码及数据库进行分析。该实训系统主要由管理员模式和普通用户模式两大模块构成，主要研究的内容有以下几方面：

(1) 分析 Hust0j 源码及数据库结构, 源码共 13000 行左右, 其中判题源码大概 2300 行, web 源码 10700 行, 数据库 jol 共 16 张表。

(2) Hust0j 的数据库针对实训系统进行合理修改, 包括字段、字段属性、表与表之的关系以及数据库的编码。

(3) 设计特色的 web 静态布局。

(4) 在 Hust0j 基础新增批量用户导入模块, 管理员模式中将特定格式的 excel 文件的用户记录批量写入数据库。

(5) 把 Hust0j 的比赛模块修改成实训模块, 新增加了智能添加实训用户名单、普通用户模式下 web 代码的修改。

1.4 研究的目的是和意义

高校计算机专业学生的学习过程中存在着基础教学与实践运用不衔接的矛盾, 这个矛盾使得学生学习走向两个极端, 要么学习积极性不高, 要么高分低能^[5]。传统的专业实训一方面学生很难判断自己程序的正确性, 另一方面教师的批改程序的量大且不够客观, 现很多高校借助 OJ 进行高级语言专业实训, 利用学生喜欢网络学习的特点创造自主学习模式^[6]。但由于现有 OJ 功能的局限性不能很好的完成专业实训工作。Hust0j 提供在线练习和在线比赛功能, 在线练习功能虽然有 AC 数统计, 但是批量用户成绩的分类、分时段统计还不够完善, 在线比赛功能虽然有按时间段进行的成绩统计, 但出于题目数量的限定以及缺少分组字段, 无法满足高校高级语言专业实训要求, 针对这一问题开发一个高级语言实训系统势在必行。

高级语言实训系统的实现, 解决了高校计算机专业实训难的问题, 极大的减轻了教师的工作量, 更加客观的评定学生的学习成绩, 即时判题的特性也提高了学生的积极性。

2 系统的相关技术介绍

互联网技术不断发展, 互联网上的应用程序越来越多, 国内外很多技术人才加入开源软件 (Open source software, OOS) 的开发中去, 开发出了许许多多的软件。比如, Apache 软件基金下的 Apache HTTP 服务器项目就是一个非常著名的开源项目, 它的目的为 Unix 操作系统和 Windows NT 系统开发强大的、有特色的、商业级的和自由可利用的 HTTP 服务器源代码。此项目的目标是在当前 HTTP 标准下提供安全的、有效率的、可扩展的 HTTP 服务。另外, MySQL 也是一个开源项目, 它是一个全世界使用最广泛的开源数据库, 它简单易用, 高效率。许多世界上大公司像 Google, Adobe, Zappos 等等都是依靠 MySQL 来节约时间、节约金钱运行它们大规模的网站。PHP 是一种创建动态交互性网站的强有力的服务器端脚本语言。PHP 是开源且免费的, 使用非常广泛。对于像微软 ASP 这样的竞争者来说, PHP 无疑是一种高效率的

选择。PHP 极其适合网站的开发，它的代码可以直接嵌入 HTML 代码中。对于初学者来说，这是一个非常明智的选择。

2.1 系统运行环境

本系统采用的是标准的 LAMP 环境，为了实现系统的对用户提交源码的编译、运行、判题以及为 web 程序的修改提供方便，通过局域网将判题端和数据库架设在 Linux(fedora 9)服务器上，将 web 程序架设在本地的 WampServer 集成环境下。WampServer 集成了 Apache、MySQL、PHP、phpmyadmin，支持 Apache 的 mod_rewrite，PHP 扩展，在 windows 下操作起来非常方便简单，安装成功后可以查看 WampServer 的配置如图 2-1 所示。



图 2-1 WampServer 配置界面

2.1.1 Linux 简介

Linux 诞生于 1991 年的 10 月 5 日（这是第一次正式向外公布的时间）是一种自由和开放源码的计算机操作系统，它用 C 语言写成，符合 POSIX 标准的类 Unix 的操作系统，现发行的主要版本有 Ubuntu、Fedora、SUSE、Debian 等，虽然他们各自的特点但它们全都使用 Linux 内核^[7]。

Linux 内核的 GUN/Linux 操作系统使用了大量的 GNU 软件，包括了 shell 程序、工具、程序库、编译器及工具，还有许多其他程序，例如 Emacs。相对 windows 操作系统来说 Linux 要更加安全稳定，Linux 具有以下特点：

- (1) 开源、免费、安全、稳定。
- (2) 极强的平台可伸缩性。
- (3) 真正的多任务多用户。
- (4) 具有丰富的图形用户界面。

(5) 具有强大的网络功能。

(6) 可移植性强。

2.1.2 PHP 简介

PHP (Hypertext Preprocessor 的缩写) 脚本是运行在服务器端的, 在本系统中 PHP 脚本是运行在 WampServer 的 Apache 服务器中的。PHP 支持很多数据库, 如:MySQL、Oracle、Sybase、Sql Server 等等。PHP 语言通过 Apache 服务器解释执行后向浏览器返回 HTML 代码, 它也可以嵌入 HTML 代码中控制那些 HTML 可以输出, 那些代码不可以输出。PHP 库函数非常全面, 包括: 图像生成和处理、Session 扩展、文本处理、进程控制扩展、数据库扩展、压缩归档扩展、邮件相关扩展等等, 功能非常丰富。PHP 支持 Internet 开发的许多前沿技术, 包括身份认证、XML、动态图像生成、Web 分布式数据交换(WDDX)、共享内存以及动态 PDF 文档等等。

它基本的语法、运算符和 C 语言相差无几。PHP5+还包含面向对象的思想, 这一点跟 Java、.Net 中类的定义差无几。PHP 可以包含某个文件, 在执行过程中被包含的文件中除了函数代码其他代码都会被执行, 比如输出某些 HTML 代码。PHP 中定义变量都是以\$符号开头, 变量没有严格的类型限制, 比如先定义\$var = "abc"; 然后又定义\$var =12;这也是可以的, 像这样定义变量的方法在 C 语言或者 JAVA 语言中都是不合法的。PHP 语言中对变量的操作(除了对变量的赋值外)基本都是通过库函数来操作执行的。使用者不必去关心库函数内部执行的代码, 只要知道某一个库函数所带参数所代表的意义以及返回值就可以了。

2.1.3 MySQL 简介

MySQL 是使用最广泛的开源数据库, 在 Web 开发中 MySQL 数据库和 PHP 有密切的联系。PHP+MySQL 的组合是跨平台的, 这意味着你可以在 Windows 平台上开发, 然后可以在 Linux 平台上运行。由于 MySQL 是用 C、C++编写的, 所以在 Linux 下可以通过 C 语言操作 MySQL 数据库, 也就是说.c 或.cc 文件可以调用 MySQL 函数对 MySQL 数据进行操作, 在该系统中就是利用该特点完成判题程序对用户口源码的读取以及对判题结束后更新数据库数据。

以下是 PHP 与 MySQL 数据库连接的常用的函数:

`mysql_connect($hostname, $username, $password)`, \$hostname 是 MySQL 服务器的地址, 可以包括端口号。

`mysql_select_db($databasename, $con)` 则表示选择一个数据库, \$databasename 是要使用的数据库名。\$con 则是 `mysql_connect()` 函数返回的数据库连接标示。

`mysql_query($sql)` 是发送一条 SQL 查询, \$sql 是 SQL 语句字符串。

`mysql_fetch_array($result)` 是从结果集中取得一行作为关联数据, 或数字数据, 或两者兼有。\$result 是 `mysql_query()` 返回的资源标识符。`mysql_fetch_array()`

返回一个数组。

以下是 Linux 下 C 语言和 MySQL 数据库的常用函数(须先#include "PATH/mysql.h"):

```
mysql_init(&my_connection)
mysql_real_connect(&mysql,host,user,passwd,dbname,0,NULL,0)
mysql_query(&my_connection, sqlStr)
mysql_num_rows(res_ptr)
mysql_fetch_field(res_ptr)
mysql_fetch_row()
```

2.2 AJAX 介绍

AJAX 是 Asynchronous JavaScript and XML(异步的 JavaScript 和 XML 技术), 是一种广泛应用在浏览器的网页开发技术。AJAX 的运用之一是用 JavaScript 操作 DOM 运行动态效果。AJAX 不是指一种单一的技术, 而是有效的结合运用一系列相关的技术。传统 Web 应用首先向服务器发送一个请求, 服务器响应发来的请求并接受传来的表单数据, 然后返回一个新的页面, 这样做一方面浪费很多的带宽另一方面增加了用户等待时间降低用户体验。AJAX 是异步的数据传输, 它可以向服务器发送并取回必要的数 据, 而不是 HTML 代码, 在客户端采用 JavaScript+CSS 处理来自服务器的响应。用户几乎察觉不到客户端与服务器的数据交换, 在不更新整个页面的情况下维护数据。

2.3 PHPExcel 介绍

PHPExcel 是一个基于 GPL2.1 开源的项目, 该项目提供了一套 PHP 语言的类, 它允许你写入和读出不同的电子表格文件格式, 如 Excel (BIFF), xls, Excel 2007 (OfficeOpenXML), XLSX, CSV, Libre/ OpenOfficeCalc, ods, Gnumeric, PDF, HTML, 该项目是围绕微软的 OpenXML 标准和 PHP 的。这个类组的功能非常强大, 如设置电子表格的属性(作者, 标题, 描述, ...), 多个工作表, 不同的字体和字体样式, 单元格边框, 填充, 渐变, 将图像添加到您的电子表格, 计算公式, 文件类型间相互转换等等^[8]。与此同时 PHPExcel 提供了许多简单经典的样例, 参照样例学习起来非常方便。

3 Hust0j 分析

Hust0j 跟长见的 web 项目一样由源码和数据库构成, 只是 Hust0j 的源码部分由判题和 web 两部分组成, 两者之间数据通信有两种方式: (1) 通过数据库轮询; (2) 通过 w3m 实现的 http 请求。两种方式的选择在判题端的配置文件 /home/judge/etc/judge.conf 中, HTTP_JUDGE=1 则启用后者, 默认为前者, 在此仅叙述第一种方式。(本文中所说 Hust0j 的版本号为 1292, 仅叙述第一种方式。)

在分析 Hust0j 的源码过程中, 本人基于腾讯 API 中的“QQ 登录 OAuth2.0”为 Hust0j 添加了 QQ 一键登入模块, 并得到了 Hust0j 管理员的认可。OAuth (开放授权) 是一个开放标准, 允许用户让第三方应用访问该用户在某一网站上存储的私密

的资源，只需提供一个令牌就可以访问他们存放在特定服务提供者的数据，当然每一个令牌授权一个特定的网站^[9]。HustOj 的 QQ 一键登入流程如图 3-1 所示。

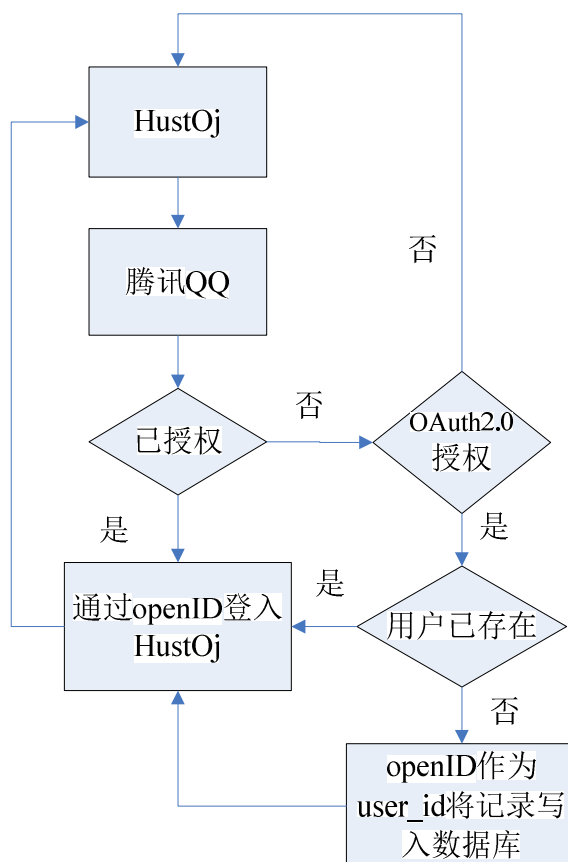


图 3-1 HustOj QQ 登入流程图

3.1 判题源码分析

判题部分由服务进程 (judged)、判题进程 (judge_client)、SIM (Software and text similarity tester) 三部分组成。服务进程负责数据库或 web 端口，提取判题队列；判题进程负责准备运行环境、数据，运行并监控目标程序的系统调用，采集运行指标，判断运行结果，当服务进程监听到新任务时 fork() 判题进程；SIM 是第三方应用程序，可进行语法分析判断文本相似度，如果在配置文件中启用了抄袭检查，判题进程将调用 SIM 判断相似性结果，并将结果写入数据库。

3.1.1 服务进程分析

服务进程通过轮询数据库 jol 中 solution 表中的 result 是否小于 2 来判断该 solution_id 对应的源码是否被判断过 (SELECT solution_id FROM solution WHERE result < 2 and MOD(solution_id, 1) = 0 ORDER BY result ASC, solution_id ASC limit 8)，当 solution 表中存在这 result 小于 2 的记录时 fork() 判题进程，judged 服务进程流程如图 3-2 所示^[10]。

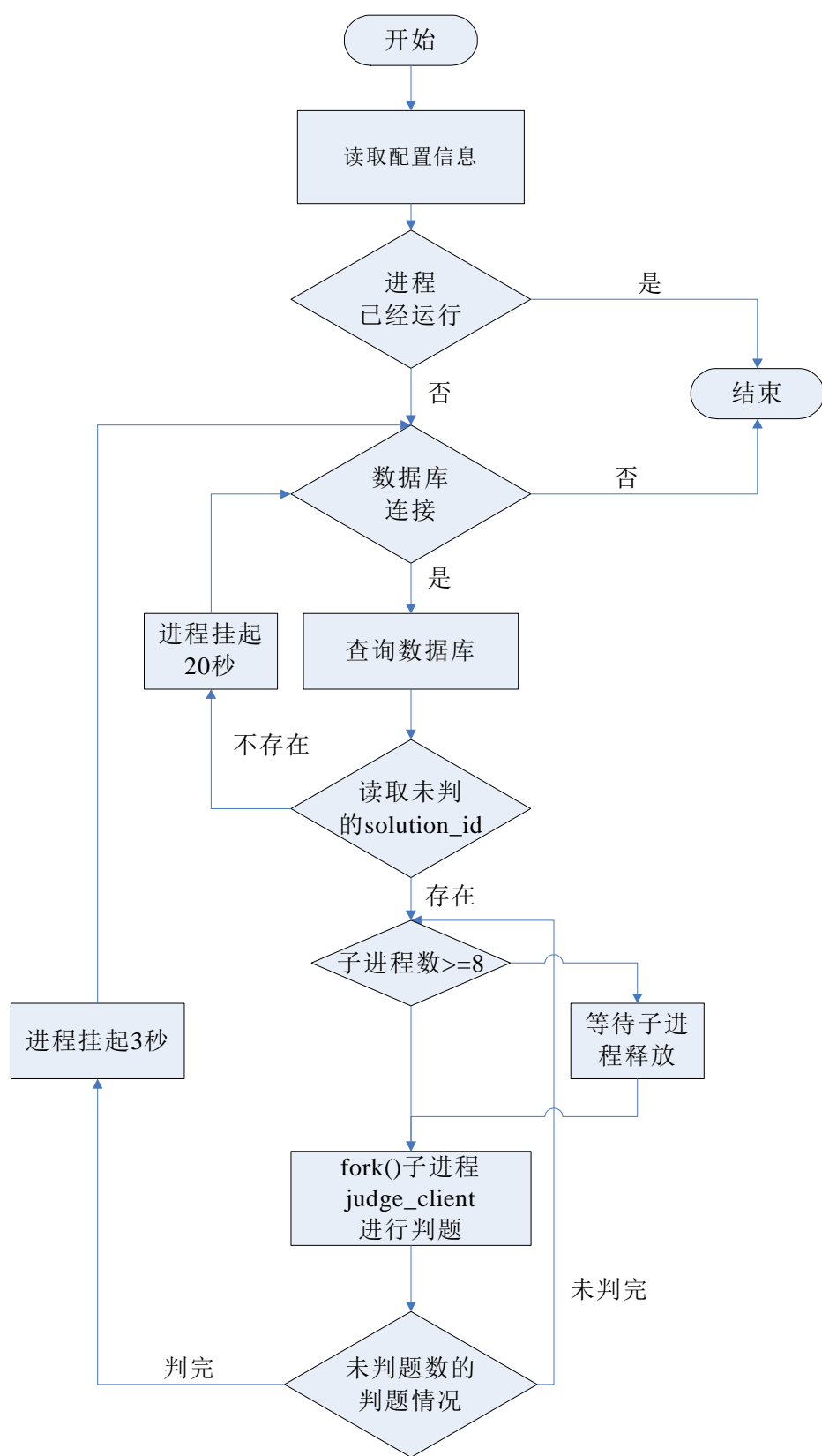


图 3-2 judged 流程图

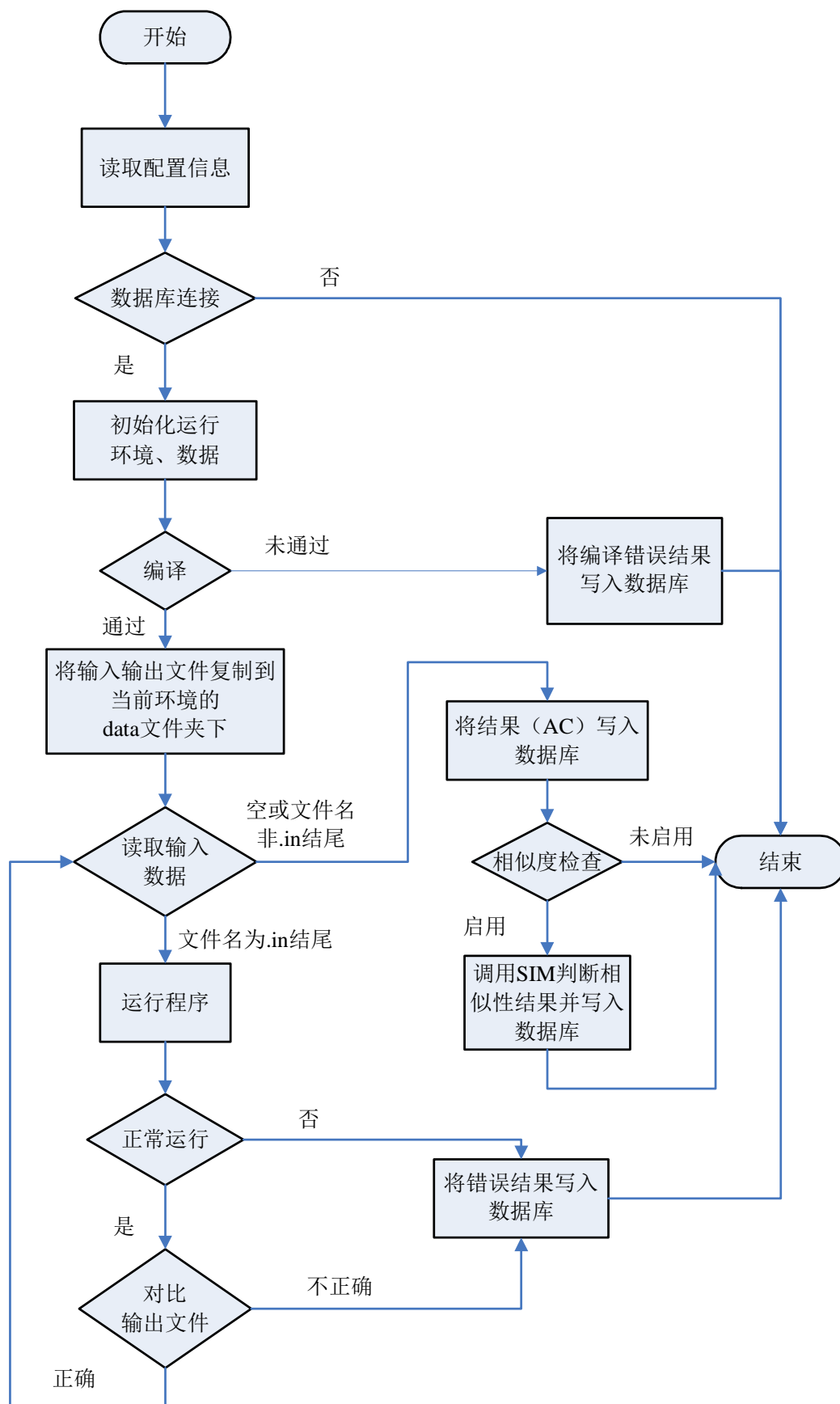


图 3-3 judge_client 流程图

3.1.2 判题进程分析

判题进程是服务进程的子进程，Hust0j 默认允许 judged 的最大子进程数为 8 个。判题进程采用了沙箱技术，Linux 中沙箱技术经常被用于执行未经测试的或不可信的客户程序，为了避免不可信客户程序可能破坏其它程序的运行，沙箱技术通过为不可信程序提供虚拟化的磁盘、内存以及网络资源，而这种虚拟化手段对客户程序来说是透明的^[11]。由于沙箱里的资源被虚拟化（或被间接化），所以沙箱里的不可信程序的恶意行为往往会被限制在沙箱中，这样大大提高了判题进程的安全性，判题流程如图 3-3 所示。

3.1.3 SIM 简介

SIM 由荷兰阿姆斯特丹 Vrije 大学的 Dick Grune 教授编写，用于代码相似度检测^[12]。Hust0j 已获得 Grune 教授的允许，将 SIM 集成到 Hust0j 中，有效的克服了题目交换带来的数据泄漏问题，同时也可以侦测学生在作业、实训、比赛中的作弊现象。

3.2 Web 源码分析

Web 端与常见的论坛网站类似，主要包含管理员模式和普通用户模式。

管理员模式包含：

- (1) 发布公告、发布公告，修改密码，增加管理员，设置权限。
- (2) 对题目相关信息的增删查改操作。
- (3) 管理比赛。

普通用户模式包含：

- (1) 查改个人信息、查看排行榜。
- (2) 语言选择模块。
- (3) 代码提交、查询结果、个人代码管理。
- (4) 用户讨论。
- (5) 比赛模式。

3.3 数据库分析

数据库总共有 16 张表，表内部设计合理，表与表之间结构清晰一目了然，数据库主要由用户相关信息、提交运行相关信息、题目相关信息、比赛相关信息以及用讨论版相关信息组成，每张表的具体作用如表 3-1 所示，表的相关字段及表与表之关的关系如图 3-4 所示，其实 Hust0j 的数据库表与表之间不存在外部键，数据的完整性由 PHP 代码保证，所以图 3-4 中所有表的 FK 均不代表外部键，只代表两

个字段表明同一意思。

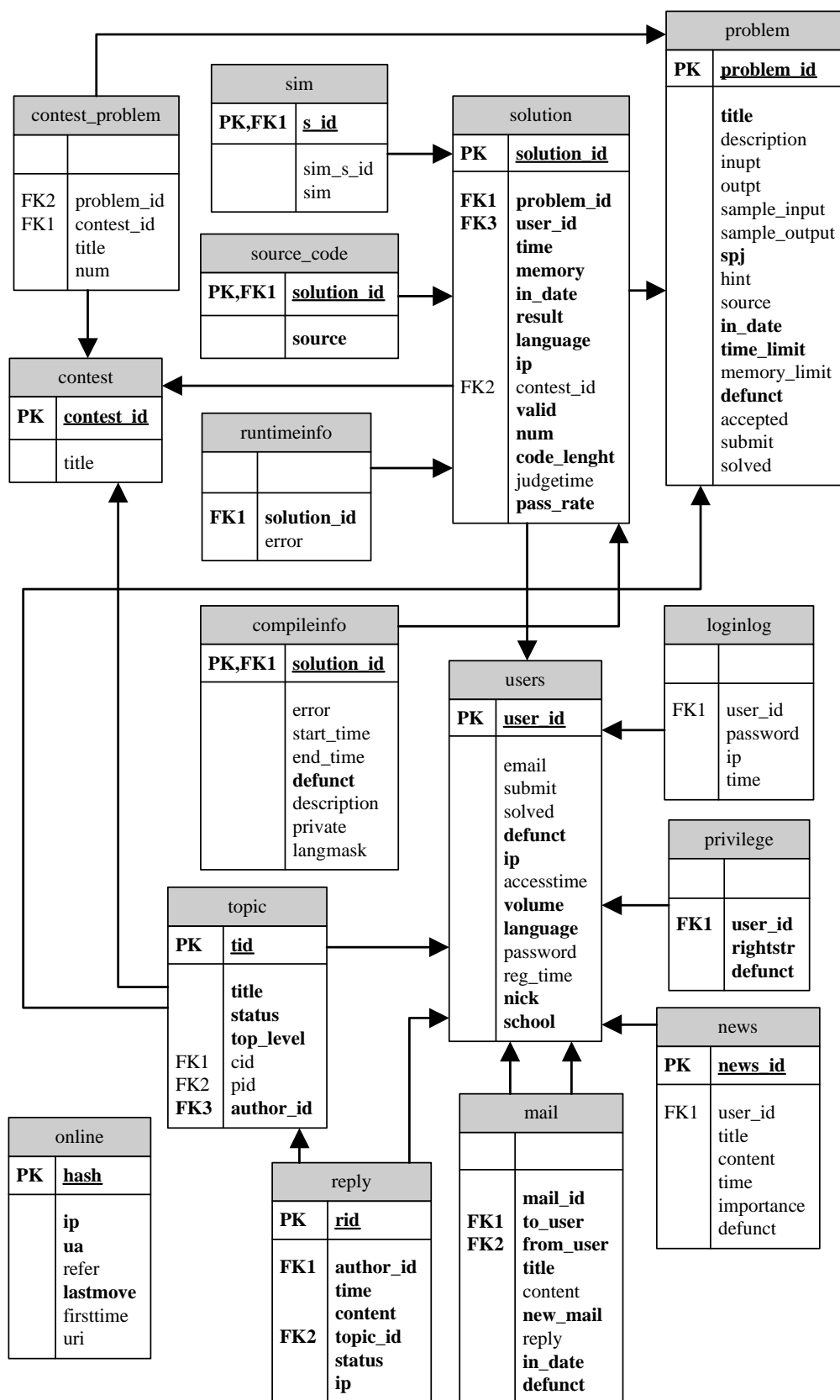


图 3-4 Hust0j 数据库关系图

表 3-1 Hust0j 数据表及其作用

序号	表 名	作 用
1	compileinfo	记录编译错误的记录
2	contest	竞赛表
3	contest_problem	竞赛题目
4	loginlog	记录登入日志
5	mail	消息列表
6	news	新闻表
7	online	记录在线用户
8	privilege	权限授予
9	problem	题目表
10	reply	讨论版表（帖子及回复）
11	runtimeinfo	记录运行错误信息
12	sim	相似度检测表
13	solution	记录程序运行结果
14	source_code	记录提交的源码
15	topic	记录讨论版的帖子
16	users	用户相关信息

3.4 svn 支持

svn（Subversion）是一个自由开源版本控制系统，它是跟踪目录树的变更，或者说它对文件和目录的管理都是版本化的，可以超越时间能够重现每一个真实的版本历史。为有效的避免出现提交到版本库中的是部分修改，而另一部分没有修改的情况，用原子进行提交^[13]。svn 有很强的备份功能、很棒的版本管理机制并且可以利用 svn Server 实现同步机制。Hust0j 用户可以利用 svn Server 实现版本更新，操作方法及其简单，只要简单的输几条指令便可。

4 高级语言实训系统的设计

本系统的设计采用了 Web 开发中最常用的三层结构，即表示层、业务逻辑层以及数据库层。用户在 Web 页面上操作，向服务器发送 Request 请求，服务器接收 GET 或 POST 数据，然后根据进行相应的逻辑操作，服务器可以向数据库发送一次或多次 SQL 请求对数据库进行操作，数据库将相应的查询结果返回给服务器，服务器通过 HTTP 响应将数据送到 Web 浏览器，用于判题的进程会对数据库进行轮询，并对数据进行相应的操作。

4.1 实训系统的功能设计

实训系统类似 Hust0j 中的比赛模块，实际上他是比赛的扩大化，相对比赛来说他的题目数更多、时间更长，实训主要包括两大模式即管理员模式和普通用户口

模式，主要功能如图 4-1 所示。

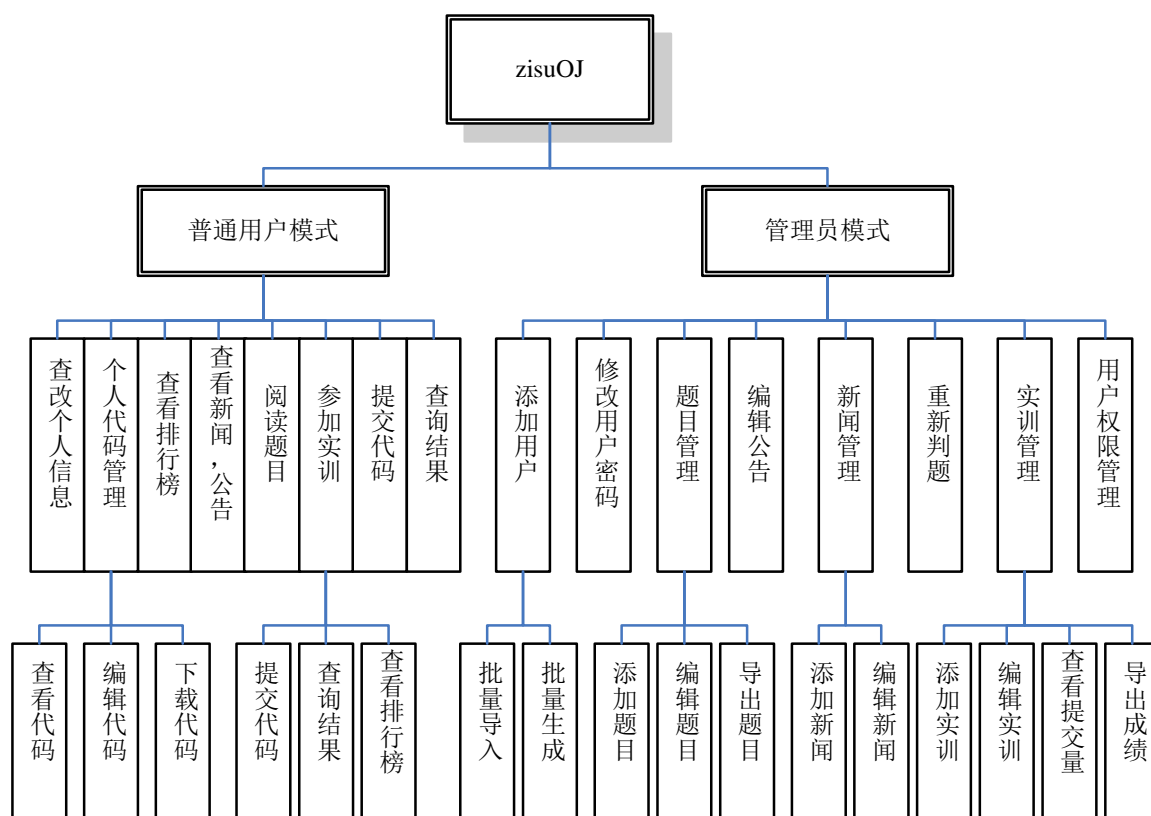


图 4-1 zisuOJ 功能模块图

4.2 实训系统数据库设计

数据库技术是现代计算机信息管理和数据处理的核心，随着计算机技术的发展，数据库已成为对大量数据进行管理、组织和存储的重要软件技术。数据库的设计在整个系统中是至关重要的，通常合理的表结构会减少数据冗余，提高数据库的性能，设计数据库之前要进行需求分析同时也重视输入输出，建立合理的索引保证数据的完整性^[14]。一个合理的数据库不但可以保证网站正常运转而且可以极大的提高网站的开发速度，同时也减轻了后期维护的工作量。在此系统为了提高开发效率，数据库的设计是基于 Hust0j 的原数据（如图 3-4 所示）进行修改的。

由于实训系统要根据学生年级、班级进行学生成绩的数据导出，必须考虑学生分类问题，所以在原 Hust0j 数据库的 users 表中加入 grade、class 字段用于表示学生所在的年级和班级。当然学生实训成绩导出时考虑到成绩表的直观性必须加上学生的真实姓名和性别，所以在原 Hust0j 数据库的 users 表中加入 userName、sex 字段表示学生的姓名和性别以便于学生成绩的统计和查看。

对原 Hust0j 系统及数据库进行调试分析后发现数据库 solution 表中代表题目在比赛中的序号的字段 num 的类型为 tinyint，由于 tinyint 只占用一个字节，如果设置 unsigned 类型可以存储从 0 到 255 的整数，如果是没有设置 unsigned 类

型只能存储-128 到 127 的整数，虽然占用空间小，但无法满足实训系统题目数多的问题，所以在此将原 Hust0j 数据库中 solution 表中的 num 字段的类型改为 int。

综上分析实训系统的数据库的 users、solution 表变更后如图 4-2 所示。

users			solution		
PK	<u>user_id</u>	VARCHAR(20)	PK	<u>solution_id</u>	INTEGER
	email	VARCHAR(100)		problem_id	INTEGER
	submit	INTEGER		user_id	VARCHAR(20)
	solved	INTEGER		time	DATETIME
	defunct	CHAR(1)		memory	INTEGER
	ip	CHAR(20)		in_date	DATETIME
	accesstime	DATETIME		result	SMALLINT
	volume	INTEGER		language	INTEGER
	language	INTEGER		ip	CHAR(100)
	password	VARCHAR(40)		contest_id	INTEGER
	reg_time	DATETIME		valid	INTEGER
	nick	VARCHAR(100)		num	INTEGER
	school	VARCHAR(100)		code_lenght	INTEGER
	grade	VARCHAR(100)		judgetime	DATETIME
	class	VARCHAR(100)		pass_rate	DECIMAL(10,2)
	userName	VARCHAR(30)			
	sex	VARCHAR(10)			

图 4-2 users、solution 表字段说明

4.3 判题程序与数据库的对接

判题程序是 OJ 的核心技术，在本系统中服务进程通过轮询数据库的方式判断是否存在未判的源码，从而达到数据库与判断程序的对接。依靠 MySQL 和 C 语言的强大兼容性，直接可以在用 C 编写的守护进程及判题进程中调用 MySQL 函数对数据进行相关操作。

5 基于 Hust0j 的实训系统的实现

Hust0j 在判题方面做的已经相当的完善，支持多种语言判题如 C、C++、Java、Python 等等，他的比赛部分也是根据国际 ACM 竞赛的比赛规则编写的（OI 模式除外）非常符合高校的需求，但是针对高校计算机专业学生专业实训时间长、题目多以及学生成绩须按年级、班级分类汇总这些特点 Hust0j 的现有功能不能很好的完成高校计算机专业实训工作，必须重新设计。

5.1 实训系统页面重新布局

原 Hust0j 的在布局比较简单化、大众化，每个使用 Hust0j 的用户都用同一个模版，没能突出各自的特色，各高校使用 Hust0j 时加注重特色的体现，在此以我校（浙江外国语学院）为例，为显示我校特色去除了语言选择模块以英语作为默认

语言，并对 Hust0j 的前台布局进行调整并加入我校的 logo，效果图 4-3 所示。



图 4-3 zisu0J 实训系统效果图

5.2 实训系统 web 代码的改进

Hust0j 中数据完整性是靠 PHP 代码来保证的，实训系统对原数据库进行了更改，所不管是普通用户模式还是管理员模式下的都有必对 Hust0j 的 web 代码进行修改。其中管理员模式下主要加入两大模块即批量导入用户信息、动态把用户名单加入某次实训中。

5.2.1 批量导入用户信息

高校现成的学生花名册一般为 excel 格式（常用的有 2003 版和 2007 版），批量导入用户信息到数据库理所当然的跟 excel 联系起来。在本系统中 PHP 导入 excel 借助开源项目 PHPExcel 的强大功能，导入 excel 数据的流程如图 4-4 所示，调用 uploadFile 函数将文件上传到服务器后读取 excel 文件里的记录，代码如下：

```
function uploadFile($file,$filetempname) //（文件名，临时文件名）
{
    //自己设置的上传文件存放路径
    $filePath = '../upload/';
    $str = "";

    //包含PHPExcel的相关文件
    require_once '../PHPEXCEL/Classes/PHPExcel.php';
    require_once '../PHPEXCEL/Classes/PHPExcel/IOFactory.php';
    require_once '../PHPEXCEL/Classes/PHPExcel/Reader/Excel5.php';

    $filename=explode(".", $file); //把上传的文件名以"."号为准做一个数组。
    $time=date("y-m-d-H-i-s"); //取当前上传的时间

    $filename[0]=$time; //以上传时间为临时文件文件
    $name=implode(".", $filename); //上传后的文件名
    $uploadfile=$filePath.$name; //上传后的文件名地址

    //move_uploaded_file() 函数将上传的文件移动到新位置。若成功，则返回 true，
    否则返回 false。
    $result=move_uploaded_file($filetempname,$uploadfile); //假如上传到
```

当前目录下

```

if($result){ //如果上传文件成功,就执行导入excel操作
    $objReader = PHPExcel_IOFactory::createReader('Excel5');
    //Excel5支持excel2007格式, office向下支持所以同样支持2003
    $objPHPExcel = $objReader->load($uploadfile); //加载文件
    $sheet = $objPHPExcel->getSheet(0); // 默认读第一张表
    $highestRow = $sheet->getHighestRow(); // 取得总行数
    $highestColumn = $sheet->getHighestColumn(); // 取得总列数

    //循环读取excel文件,读取一条,将其插入数据库
    for($j=2;$j<=$highestRow;$j++) {
        for($k='A';$k<=$highestColumn;$k++) {
            {
                $str .=
iconv("utf-8","utf-8",$objPHPExcel->getActiveSheet()->getCell("$k$j")->
getValue()).'\\';//读取单元格
            }
            //explode:函数把字符串分割为数组。
            $strs = explode("\\",$str);

            $sql = "INSERT INTO users
(`grade`,`class`,`user_id`,`userName`,`sex`,`password`,`accesstime`,`re
g_time`,`ip`)
                VALUES('".
                $strs[0]."', '". //grade
                $strs[1]."', '". //class
                $strs[2]."', '". //user_id
                $strs[3]."', '". //userName
                $strs[4]."', '". //sex
                md5($strs[5])."',
                NOW(),
                NOW(),
                '$_SERVER['REMOTE_ADDR'].')";
            //echo "sqlStr=".$sql."<br />";
            mysql_query("set names 'utf8'");//这就是指定数据库字符集,
一般放在连接数据库后面就系了
            if(!mysql_query($sql))
            {
                //提示出错信息
                echo "succeeded <span class='red'>".($j-2)."</span>
lines<br /><span class='red'>Import wrong!!!</span>";
                unlink($uploadfile); //删除上传的excel文件
                return false;
            }
            $tmpStr="import_".($j-1).":
".$strs[0].",".$strs[1].",".$strs[2].",".$strs[3].",".$strs[4].
succeeded.<br />";
            echo $tmpStr;
            $str = "";
        }

        unlink($uploadfile); //删除上传的excel文件
        $msg = "all succeeded!<br />";
    }else { //file does not exist
        $msg = "file does not exist!<br>Please first choose file.";
    }
    //整个文件读取成功

```

```
return $msg;
}
```

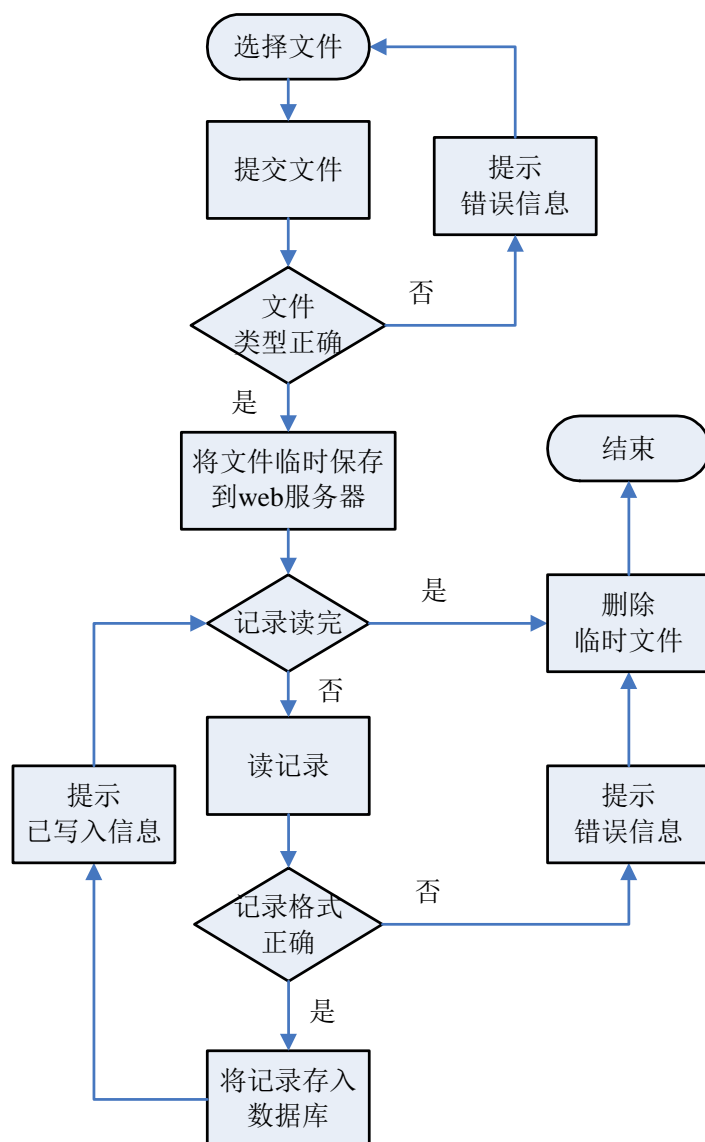


图 4-4 excel 文件导入数据库流程

从 uploadFile 函数中可以看出,将 excel 文件数据导入数据库其实是要按一定的格式进行导入的格式导入的,在 uploadFile 函数中,只读 excel 文件的第一张表,而且规定了表中字段的先后顺序,管理员在批量导入前可以批量设置新用户的密码,密码存入数据库前会通过 md5 进行加密 (md5(\$strs[5])),批量导入用户信息时须按图 4-5 的格式标准进行导入。

A	B	C	D	E	F
年级	班级	用户ID (学号) (主键)	昵称 (姓名)	性别	密码
06级	计算机应用技术	20065831014	姓名1	男	123456
08级	计算机科学与技术(师范)	20085641002	姓名2	女	123456
08级	计算机科学与技术(师范)	20085641003	姓名3	男	123456
08级	计算机科学与技术(师范)	20085641004	姓名4	男	123456

图 4-5 excel 文件导入格式参照

5.2.2 动态把用户名单加入某次实训中

在比赛中添加比赛成员名单其在 privilege 表中让参赛的用户口从属于某一比赛组如图 4-6 所示，原 Hust0j 比赛中添加比赛成员是通过复制 excel 表中的学生学号粘贴到页面的文框中，然后再提交的，这样做虽然可以完成用户的添加，但操作太过繁琐，不够智能化，很难保证数据的完整性。实训系统针对这一现象进行了改良，利用 users 表中的 grade、class 字段以及 PHP 的 Ajax 技术实现了 web 页面智能添加实训人员名单的功能。

user_id	rightstr	defunct
admin	administrator	N
xx	administrator	N
20115641048	c1000	N
20115641047	c1000	N
20115641046	c1000	N

图 4-6 用户分组图

users 表中的 grade、class 字段在选取参训人员时有很大的作用，根据这两个在 web 端口采用两 select 控件分别代表年级和班级对所有用户进行分组，代码如下：

```

    年级:
    <select id="s_grade">
        <option value="-1" selected= "selected">All</option>
        <?php
            $sqlStr="select `grade` from `users` group by `grade`";
            $result=mysql_query($sqlStr);
            if($result) {
                while($row = mysql_fetch_array($result)){?>
                    <option value="<?php echo
iconv("utf-8","utf-8",$row['grade']); ?>" >
                        <?php echo
iconv("utf-8","utf-8",$row['grade']); ?></option>
                    <?php
                }
            }
        ?>
    </select>
    班级:
    <select id="s_class">
        <option value="-1" selected= "selected">All</option>
        <?php
            $sqlStr="select `class` from `users` group by `class`";
            $result=mysql_query($sqlStr);
            if($result) {
                while($row = mysql_fetch_array($result)){?>
                    <option value="<?php echo
iconv("utf-8","utf-8",$row['class']); ?>" >
                        <?php echo
iconv("utf-8","utf-8",$row['class']); ?></option>
                    <?php
                }
            }
        ?>
    </select>

```

```

    }
    ?>
</select>

```

根据选取的班级和年级调用 Ajax 将对应的用户名单加入相应的实训中，Ajax 的调用包括 JavaScript 和 web 服务端，代码如下：

js 代码：

```

function getXmlHttpRequest() {
    var xmlHttp=null;
    if(window.XMLHttpRequest) {
        xmlHttp=new XMLHttpRequest();
    } else if(window.ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP")) {
        xmlHttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    return xmlHttp;
}
function sendRequest(url,call_back,data) {
    xmlHttp.onreadystatechange=call_back;
    xmlHttp.open('POST',url,true);
    xmlHttp.setRequestHeader("Content-type",
        "application/x-www-form-urlencoded");
    xmlHttp.setRequestHeader("Content-length",data);
    xmlHttp.setRequestHeader("Connection","close");
    xmlHttp.send(data);
}
function write_id(users) {
    var oldList=document.getElementById("ulist").value;
    users=oldList+users;
    var browser=navigator.appName //浏览器名
    if(browser=="Microsoft Internet Explorer") { //IE
        document.getElementById("ulist").innerText= users;
    } else if(browser=="Netscape") { //firefox
        document.getElementById("ulist").innerHTML= users;
    } else {
        alert("please use IE or FireFox browser!");
    }
}
function callBack() { //回调函数
    if(xmlHttp.readyState == 4 && xmlHttp.status==200) {
        var xmlDOM = xmlHttp.responseXML; //返回xml文件
        var root=xmlDOM.getElementsByTagName("u_id");
        var users="";
        for(var i=0;i<root.length;i++) {
            users=users+xmlDOM.getElementsByTagName("u_id")[i].childNodes[0].nodeValue+"\n";
        }
        write_id(users)
    }
}
var xmlHttp = getXmlHttpRequest();//new xmlHttpRequest
function AjaxReauest() {
    var s_grade=document.getElementById("s_grade").value;
    var s_class=document.getElementById("s_class").value;

    var myDate = new Date();
    var mSeconds=myDate.getMilliseconds();
    sendRequest("xx_ajaxReturn.php?mSeconds="+mSeconds,callBack,"s_grade

```



```
="+s_grade+
    "&s_class="+s_class);
}
```

js 代码主要完成 web 参数的传递以及将返回 xml 文件内容的读取并写入 web 页的 textarea 控件中, 在 js 代码中不得不考虑不同浏览器的代码, 在这里主要设计了 IE 及 firefox 两大浏览器的 js 代码。

Ajax 服务器端的代码其实跟常见的 PHP 代码一样, 将传 post 过来的 s_grade、s_class 两个参数取出来后, 构建连接 sql 查询字符串, 根据参数对数据库进行相关查询并将查询结果以 xml 文件的形式返回到 web 页, 注意当 s_grade、s_class 两个参数的值为-1 时分别表示所有年级、所有班级, 代码如下。

```
if($_POST['s_grade'] && $_POST['s_class']) {
    $grade=$_POST['s_grade'];
    $class=$_POST['s_class'];
    $strSql="select `user_id` from `users`";
    if($grade!=-1) {
        $strSql=$strSql." where `grade`='".$grade."'";
        if($class!=-1) {
            $strSql.= " and `class`='".$class."'";
        }
    } else if($class!=-1) {
        $strSql.= " where `class`='".$class."'";
    }

    $userList=mysql_query($strSql);
    if($userList) {
        $xmlStr = "<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>";
        $xmlStr .= "<root>";
        while($row = mysql_fetch_array($userList)) {
            $xmlStr .=
            "<u_id>".iconv("utf-8","utf-8",$row['user_id'])."</u_id>";
        }
        $xmlStr .= "</root>";
        echo $xmlStr;//返回xml文件
    }
} else {
    echo "wrong!";
}
```

5.2.3 普通用户模式下 web 代码修改

实训系统中用户信息由教师统一导入, 所以关闭了原先的注册功能, 在 users 表中新增加的 grade、class、userName、sex 四个字段均为用户的真实信息, 对于普通用户来说均是只可读的, 为了保护用户隐私这些信息只有用户自己是可见的。在用户相关信息文件中加入以下代码用于显示以上四个字段的内容。

```
<tr><td>Grade:
    <td><?php echo htmlspecialchars($row->grade)?>
</tr>
<tr><td>Class:
    <td><?php echo htmlspecialchars($row->class)?>
<tr><td>userName:
    <td><?php echo htmlspecialchars($row->userNam)?>
```



```
<tr><td>Sex:
<td><?php echo htmlspecialchars($row->sex)?>
```

由于 Hust0j 的比赛模式根据国际 ACM 竞赛的情况写的，国际比比赛一般不会超过 15 题目，所以 Hust0j 的比赛模式只能显示 26 道 (A-Z) 题目，26 道以后的题目虽然可以正常提交、判题目，在实训的题目中无法正常显示题目编号，所以对实训系统的问题列表进行修改，部分代码如下：

```
while ($row=mysql_fetch_object($result)){
    if ($cnt&1) echo "<tr class=oddrow>";
    else echo "<tr class=evenrow>";
    echo "<td>";
    if (isset($_SESSION['user_id'])) echo check_ac($cid,$cnt);
    echo "<td>$row->pid Problem $cnt
        <td><a href='problem.php?cid=$cid&pid=$cnt'>$row->title</a>
    </tr>";
    $cnt++;
}
```

以上代码中 \$cnt 表示题目在实训的编号，\$cnt 是默认从 0 开始，以 1 为步长进行顺序递增，与数据库 contest_problem 表中的 num 上对应，\$pid 是题目的真实编号与 problem 表的 problem_id 相对应。

在数据库 solution 表没修改前 127 道前的题目可以正常提交、判题但无法正常统计，修改 solution 表中的 num 字段类型后 26 道以后的所有题目可以正常提交，并进行正常判题，但是由于数据库中没有直接统计用户实训成绩的表，实训成绩的统计是基于 PHP 完成的，导致排名页面中无法正常统计用户的实训成绩，所以必须对原先的统计代码进行修改，部分代码如下：

```
for ($i=0;$i<$user_cnt;$i++){
    if ($i&1) echo "<tr class=oddrow align=center>";
    else echo "<tr class=evenrow align=center>";
    echo "<td>$rank";
    $rank++;
    $uuid=$U[$i]->user_id;
    $usolved=$U[$i]->solved;
    echo "<td><a href=userinfo.php?user=$uuid>$uuid</a>";
    echo "<td><a href=userinfo.php?user=$uuid>".$U[$i]->nick."</a>";
    echo "<td><a
href=status.php?user_id=$uuid&cid=$cid>$usolved</a>";
    echo "<td>".sec2str($U[$i]->time);
    for ($j=0;$j<$pid_cnt;$j++){
        $bg_color="eeeeee";
        if (isset($U[$i]->p_ac_sec[$j])&&$U[$i]->p_ac_sec[$j]>0){
            $bg_color="aaffaa";
        }else if(isset($U[$i]->p_wa_num[$j])&&$U[$i]->p_wa_num[$j]>0)
        {
            $bg_color="ffaaaa";
        }
    }
    echo "<td bgcolor=$bg_color>";
    if(isset($U[$i])){
        if (isset($U[$i]->p_ac_sec[$j])&&$U[$i]->p_ac_sec[$j]>0)
            echo sec2str($U[$i]->p_ac_sec[$j]);
        if (isset($U[$i]->p_wa_num[$j])&&$U[$i]->p_wa_num[$j]>0)
```

```

        echo "(-".$U[$i]->p_wa_num[$j].")";
    }
}

```

以上代码中\$rank表示排名序号，默认从1开始，\$U是一个关于题目类的对象，题目类的定义如下：

```

class TM{
    var $solved=0;
    var $time=0;
    var $p_wa_num;
    var $p_ac_sec;
    var $user_id;
    var $nick;
    function TM(){//构造函数
        $this->solved=0;
        $this->time=0;
        $this->p_wa_num=array(0);
        $this->p_ac_sec=array(0);
    }
}

```

进行上述修改后，竞赛的题目实训系统的题目列表和成绩统计列表如图4-7、4-8所示。

Contest - 11级计算机高级语言实训	
Start Time: 2012-03-17 11:00:00 End Time: 2012-06-17 15:00:00	
Current Time: 2012-4-23 14:32:40 Status:Running Public	
Problem ID	Title
Y 1005 Problem 0	C语言程序设计教程（第三版）课后习题4.8
Y 1006 Problem 1	C语言程序设计教程（第三版）课后习题4.9
Y 1007 Problem 2	C语言程序设计教程（第三版）课后习题5.4
Y 1008 Problem 3	C语言程序设计教程（第三版）课后习题5.5

图4-7 实训题目列表

Contest RankList -- 11级计算机高级语言实训																
					Download											
Rank	User	Nick	Solved	Penalty	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	20115640057		61	38972:28:22	531:33:22	531:43:25 (-1)	531:47:40	531:58:21	532:01:24	532:18:44	532:46:55	533:02:58 (-1)	535:12:22 (-4)	535:21:58	586:15:46 (-8)	535:44:30
2	20105641039		55	32448:03:30	559:14:15 (-2)	559:18:38 (-5)	559:20:27 (-5)	559:24:48	559:28:12	559:39:50 (-1)	559:52:35	559:57:05	560:02:46	560:10:09	557:49:10	560:21:31
3	20115640018		55	35794:07:25	586:06:16	586:10:06 (-2)	586:11:41 (-2)	586:16:23 (-1)	586:18:00 (-1)	586:55:17 (-1)	586:59:56 (-2)	586:59:56 (-1)	586:26:58 (-1)	586:47:08 (-1)	586:28:54 (-1)	586:51:46
4	20115640074		54	35623:51:00	532:34:28 (-15)	531:50:14	532:46:26	532:55:51	533:04:44	533:23:35	533:56:52	534:04:12	534:24:31 (-1)	535:02:12	699:20:45 (-3)	613:17:18
5	20115640065		54	36600:25:49	535:01:07 (-4)	535:31:36	535:51:38 (-4)	562:23:36 (-1)	587:48:12 (-2)	587:41:53 (-1)	587:39:01 (-1)	651:56:21 (-3)	588:22:57	652:02:23 (-1)	(-5)	652:17:49 (-1)
6	20115640056		53	32107:30:27	533:28:35 (-12)	531:43:36 (-1)	531:46:59	531:57:54 (-3)	532:43:52	533:30:08 (-1)	534:30:10	534:46:46	535:17:01	535:40:41	629:52:26 (-1)	536:06:14

图4-8 实训成绩统计

从图4-7可以看出，每位参加实训的选手可以自己及其他选手的排名，而且具有成绩导出excel功能，这个导出功能是Hust0j自带的，原先是针对所有用户开放的，针对实训系统的特殊性，这里屏蔽了普通用户的excel导出功能。为了成绩导出文件分类汇总时须包含用户的真实信息如学生姓名、年级、性别等，所以在导出程序中要进行相关修改，其中数据查询语句如下：

```

SELECT
    users.user_id,users.grade,users.class,users.Name,users.sex,solution.
result,solution.num,solution.in_date
FROM
    (select * from solution where solution.contest_id='$cid' and

```

```
num>=0) solution
left join users
on users.user_id=solution.user_id
ORDER BY users.user_id,in_date";
```

以上数据查询在原先的基础上加入了users.grade、users.class、users.userName、users.sex字段同时去除了users.nick字段。PHP导出excel导出excel文件有很多方法，在此我采用在PHP文件的半头部加入header语句：header("content-type: application/excel")来实现PHP导出excel。

5.3 生成安装脚本

5.3.1 数据库初始化文件

数据库的移植通常通过 sql 文件进行，mysqldump 工具将数据结构导出到 xx_jol.sql 中。xx_jol 文件在启用 install.sh 文件后将被执行。

5.3.2 构建文件结构

在写 sh 脚本之前要先做一些准备工作，首先效仿 Hust0j 建立相关的文件结构，建构建新的文件结构如图 4-8 所示，图中 core 文件夹属于判题部分，是从 Hust0j 复制过来的，包括 judged、judge client、sim 模块；web 文件夹中是在 Hust0j 基础上修改后的 web 源码；judge.conf 为配置文件；judged 的作用是生成 Linux 的 judge 服务；xx_jol.sql 为数据库脚本文件。

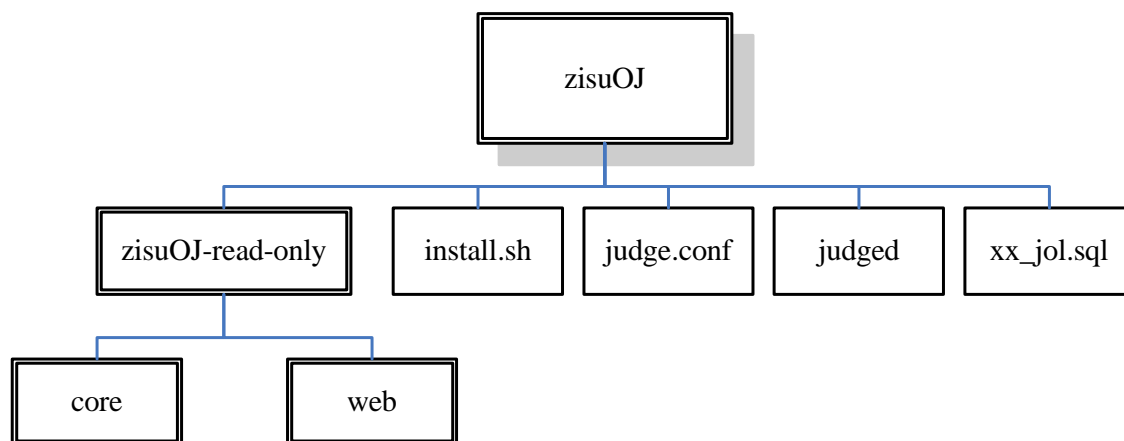


图 4-8 zisuOJ 安装包结构

5.3.3 生成安装脚本

shell是Linux/Unix下的一种脚本语言，一个好的sh脚本可以让实训系统的移植方便很多，提高实训系统的安装效率。因为实训系统已经删除了Hust0j所有的.svn文件夹，所以在原 Hust0j 的 install.sh 中要删除 sudo svn checkout http://hustoj.googlecode.com/svn/trunk/ hustoj-read-only，数据库脚本文件名要改xx_jol.sql，修改后的install.sh文件如下：

```
WEBBASE=/var/www/html
APACHEUSER=apache
DBUSER=
DBPASS=
```

```
#try install tools
```

```
sudo apt-get install flex g++ libmysql++-dev php5 apache2 mysql-server php5-mysql php5-gd
```

```

php5-cli mono-gmcs subversion

sudo yum -y update
sudo yum -y install php httpd php-mysql mysql-server php-xml php-gd gcc-c++ mysql-devel
php-mbstring glibc-static

#create user and homedir
sudo useradd -m -u 1536 judge

#compile and install the core
cd zisu0J-read-only/core/
sudo sh ./make.sh
cd ../../
#install web and db
sudo cp -R zisu0J-read-only/web $WEBBASE/zisu0J
sudo chmod -R 771 $WEBBASE/zisu0J
sudo chown -R $APACHEUSER $WEBBASE/zisu0J
sudo mysql -h localhost -u$DBUSER -p$DBPASS < xx_jol.sql

#create work dir set default conf
sudo mkdir /home/judge
sudo mkdir /home/judge/etc
sudo mkdir /home/judge/data
sudo mkdir /home/judge/log
sudo mkdir /home/judge/run0
sudo mkdir /home/judge/run1
sudo mkdir /home/judge/run2
sudo mkdir /home/judge/run3
sudo cp java0.policy judge.conf /home/judge/etc
sudo chown -R judge /home/judge
sudo chgrp -R $APACHEUSER /home/judge/data
sudo chgrp -R root /home/judge/etc /home/judge/run?
sudo chmod 777 /home/judge/data /home/judge/etc /home/judge/run?

#boot up judged
sudo cp judged /etc/init.d/judged
sudo chmod +x /etc/init.d/judged
sudo chmod +x /etc/init.d/judged
sudo ln -s /etc/init.d/judged /etc/rc5.d/S93judged
sudo ln -s /etc/init.d/judged /etc/rc3.d/S93judged
sudo ln -s /etc/init.d/judged /etc/rc2.d/S93judged
sudo /etc/init.d/judged start

```

6 系统测试

该系统于 2012 年 3 月 16 日架设在我校小和山校区服务器上进行测试,如图 6-1 所示,实训时间为两到三个月,共 140 道题目,由 11 级学生(160 人左右)参加,在测试过程中发现并纠正了多处源码错误,为系统之后系统的稳定运行奠定了基础。到目前为止运转正常,成功将 11 级计算机专业学生的个人信息一键导入,成

功完成 18000 多次的提交的判题工作。



The image shows the ZISU Online Judge interface. At the top, there is a header with the ZISU logo, the text 'Online Judge', and a circular seal of Zibo International Studies University. Below the header, there are navigation tabs: 'Web Board', 'ProblemSet', 'Standing', and 'Status'. A search bar is located below the tabs, with fields for 'Problem ID', 'User', 'Language' (set to 'All'), 'Result' (set to 'All'), 'SIM' (set to 'All'), and a 'Search' button. Below the search bar is a table of submission results.

RunID	User	Problem	Result	Memory	Time	Language	Code Length	Submit Time
18172	20115641031	57	Accepted	904	0	C++/Edit	481 B	2012-05-16 08:10:04
18171	20115640032	116	Accepted	1356	0	C++/Edit	1147 B	2012-05-16 00:01:42
18170	20115640032	101	Accepted	1180	3	C++/Edit	1773 B	2012-05-15 23:55:09
18169	20115640079	59	Accepted	844	0	C/Edit	634 B	2012-05-15 22:41:19
18168	20115640005	65	*Accepted-18095(97%)	900	0	C++/Edit	496 B	2012-05-15 22:39:16
18167	20115640005	65	Presentation Error	900	0	C++/Edit	493 B	2012-05-15 22:38:44
18166	20115640005	65	Wrong Answer	1424	0	C++/Edit	908 B	2012-05-15 22:35:35
18165	20115640005	96	*Accepted-18110(91%)	904	0	C++/Edit	1011 B	2012-05-15 22:25:24

图 6-1 zisu0J 测试效果图

结论

这是我第一次使用 LAMP 架构开发系统，Linux、PHP、MySQL 之前几乎没怎么接触，学习的过程是既痛苦又快乐的，虽然在系统的开发过程中在遇到某些难题的时候想过退缩但在老师的指导和自己的努力下坚持了下来，作品完成并在测试成功后非常开心。

由于之前没学过 Linux，所以用了很多时间学习 Linux 相关知识，包括系统的安装、进程间的通信、以及 Linux 下 C 语言与 MySQL 的通信等等。PHP 拥有强大的函数库，我们只需要记住函数的作用及相关参数就可以了，相对其他语言来说 PHP 的语法是比较简单的，跟 C 语言相差无几。虽然 MySQL 之前也没接触过，但其实跟 SQL SERVER 原来是类似的，所以学习起来也不怎么费力。

在用本系统开发时，对源码的分析是一个庞大的工程，阅读 13000 多行源码我查阅了 PHP 中的众多函数年的作用及用法，阅读了大量的 Linux 系统的多线程通信、沙箱技术等资料，虽然辛苦但是收获很多。根据源码分析画出了 judge、judged_client 的流程图，在分析数据库结构时理清了数据库与 PHP 端及数据库与判断进程的交互，为之后实训系统的设计和实现奠定基础。

PHP 代码可以嵌入 HTML 中，这样对动态页面的生成会很方便，但是如果开发大型系统时，这样做完全不行，因为这样会使系统维护和扩展很困难。此时可以用 PEAR 包，这是 PHP 的扩展和应用库，它简化了 PHP 的开发。PHP 模版引擎——smarty，它可以分离逻辑代码和 html 语言，这适合多人合作的系统开发中，但是对于小型的系统用 smarty 模版有点大材小用的感觉。

高级语言实训系统的开发让我了解了 LAMP 架构的开发模式，对 Linux、PHP、MySQL 有了更深的理解，更重要是经过这次实训系统的开发提高自身的自学能力。

致谢

首先感谢我父母对我二十多年的养育之恩；其次感谢***老师在我做毕业设计和写论文的过程中对我悉心的指导，特别是在判题进程分析上面，***老师给了我很大的帮助，***老师严谨的治学态度给我树立了学习的榜样；同时也要感谢 Hust0j 项目的开发、维护人员；最后感谢大学四年来所有传授我专业知识和教育我为人处世的老师和同学。

参考文献

- [1] 曾正军. 在教学中对学生 C 语言编程能力的培养[J]. 南昌高专学报, 2004 (1): 76-78.
- [2] 陈湘骥, 徐东风, 杨秋妹. 在线评判在 C 语言课程设计教学中的应用[J]. 计算教育, 2010 (3): 97-100
- [3] Adrian Kosowski, Michał Małafiejski, Tomasz Noiński. Application of an Online Judge & Contester System in Academic Tuition[M]. Springer Berlin. 2008 (344-354) .
- [4] 张浩斌. 基于开放式云平台的开源在线评测系统设计与实现[J]. 计算机科学 2012 年增刊, 第 39 卷第 11A 期:339-343, 348.
- [5] 何莉辉, 梁沧. 基于 ACM 国际大学生程序设计竞赛的学习模式[J]. 边疆经济与文化, 2008 (6): 95-96.
- [6] Revilla, Manzoor, Liu Rujia. Competitive Learning in Informatics: The UVa Online Judge Experience[J]. Olympi-ads in Informatics, 2008(2):131-148.
- [7] 网络教育_维基百科[EB/OL]. <http://zh.wikipedia.org/wiki/Linux>.
- [8] PHPExcel.HomePage[EB/OL]. <http://phpexcel.codeplex.com/>.
- [9] OAuth.HomePage[EB/OL]. <http://oauth.net/2/>.
- [10] 车明洙, 纪洪波. 一种基于 ACM 程序设计竞赛在线评测系统解决方案 [J]. 微型机与应用, 2010 (4) :11-13.
- [11] 蒋文娟, 降雪辉. 沙箱技术比较[J]. 才智, 2011(5) :66.
- [12] SIM.HomePage. [EB/OL]. http://www.dickgrune.com/Programs/similarity_tester/.
- [13] 刘乐. 软件项目管理与 SVN[J]. 科技信息, 2011(21) :77.
- [14] 罗江波. 如何设计合理高效的数据库[J]. 数字石油和化工, 2007(6) :55-56.