

基于手持设备的练测评系统设计与实现

杨 亮, 何频捷, 李长云

(湖南工业大学 计算机与通信学院, 湖南 株洲 412008)

摘 要: 针对现有网络学习和移动学习的特点, 提出了一种基于手持设备的练测评系统解决方案。提出了以最佳记忆曲线和以往答题记录为依据的智能组卷算法, 并针对手持设备通信网络的不稳定性问题提出了断点续传方法。最后, 在 Windows CE 嵌入式平台上采用 SQLCE 及中间件等技术实现了该系统, 并通过真实环境测试证明了该系统的可用性和算法的高效性。

关键词: 网络学习; 移动学习; 嵌入式; 练测评系统

中图分类号: TP311

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2010)06-0045-04

The Design and Implementation of Exercise-Test-Evaluation System Based on Handheld Device

Yang Liang, He Pinjie, Li Changyun

(School of Computer and Communication, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: For the features of e-learning and mobile learning, an effective exercise-test-evaluation solution based on handheld device is presented. The solution mainly includes exercises, test, evaluation and intelligent feedback. Effectively utilizing optimal curve of memory and previous answer records, an intelligent paper composition algorithm is proposed. For the problem of instability of communication network, a broken-point continuingly-transferring method is presented. Finally, SQLCE and middleware technology are used to implement above solution in Windows CE embedded platform. The system testing with practical data confirms system availability and the efficiency of the algorithm.

Keywords: e-learning; mobile learning; embedded; exercise-test-evaluation system

随着多媒体技术的迅速发展, 教育方式逐渐由传统的讲授型教学向数字化多媒体教学转变。手持设备作为一种轻便、廉价的终端, 逐渐替代了传统数字化教学中笨重的桌面级设备。可是由于手持设备在性能和存储容量上的限制, 想要完全替代桌面平台的功能还有较多问题需要解决^[1]。目前, 以 PC 机为终端的学教系统已经相当成熟, 如基于 B/S 模式设计的考试系统, 最典型的案例如 ETS (美国教育考试中心) 举办

的 GPE (美国研究生入学考试) 计算机化考试系统, 还有基于 C/S 模式设计的诸多离线学教系统^[2-4], 以及大量功能单一的词典型设备。然而这些学教系统大都是针对服务器端的强大性能和稳定的有线网络设计, 不具备移动学习^[5]的灵活设计^[6-8]。而手持设备由于其性能上的缺陷使其难以成为学教系统应用终端。因此, 开发一个高效的适用于复杂网络环境下的基于手持设备的练测评系统比较有实际意义。

收稿日期: 2010-09-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (60773110), 中国博士后科学基金资助项目 (20080440216), 湖南省自然科学基金资助项目 (09JJ6087)

通信作者: 杨 亮 (1985-), 男, 湖南衡阳人, 湖南工业大学硕士研究生, 主要研究方向为可信软件故障预测, 嵌入式应用, E-mail: yliang2282003@163.com

1 练测评系统总体架构

练测评软件主要分为2大部分：练测评客户端软件和练测评服务器端软件。客户端软件运行在手持设备上，该设备配备VGA和TV-OUT输出接口，用户可以将显示内容输出到投影仪和电视机上，供教师、家长和学生多方参与。服务器端软件由桌面级设备运行，负责多客户的管理以及数据处理工作。

系统具有单机练习、水平测试、多方评价3大主要功能。其中水平测试功能有2种工作模式，在线考试和离线测试。试题由管理员或老师上传至服务器端，在线考试时，客户端通过无线模块连接服务器，然后由服务器分发试题进行考试。考试过程中，客户端负责传回即时信息到服务器，服务器端可以及时监控答题情况，最后通过服务器端的评卷系统完成评卷，以表格或图表的方式展示并公布学生成绩。而离线测试可在任意时刻进行，由用户提前下载试题库到客户端，测试时客户端生成固定套卷或者根据算法随机组卷。完成题目后客户端将给出具体分值和参考答案，并在网络稳定时自主将测试信息上传至服务器，家长、老师可以通过将手持设备连接到常用的显示设备，如电视，投影机，进行指导评分。

2 练测评系统设计

练测评系统客户端软件采用C/S架构设计，服务器端软件采用基于.NET框架的B/S架构设计，试题库和课后练习等资源在服务器端采用SQL Server 2005存储，对应客户端采用SQLCE3.0。其中服务器端主要负责客户端的连接管理，试题管理，智能反馈和在线测试的组卷功能。客户端主要的功能有课后练习，试题测试，多方评价，收藏夹和智能反馈。

在线考试时，系统要求服务器端保持与客户端的通信。其中连接管理需要考虑到网络不稳定的情况，断点续传的设计较好地解决了这个问题。而在离线测试时，由于手持设备在网络和性能上的瓶颈，采用根据最佳记忆曲线和以往答题记录的智能组卷算法实现组卷功能。

2.1 断点续传功能

所谓断点续传，即是在客户端和服务器通信无法满足信道稳定性的情况下，缩减系统实时性，等待信道满足要求后再续传，从而提高可靠性的一种做法。练测评系统的客户端与服务器端的断点续传功能就是在连接管理的前提下，通过获得客户端与服务器端的实时通信状态信息，自动选择暂停上传与继续上传。由于客户端选用的是资源有限的手持设备平台，如果选用传统基于轮询的策略势必加大系统消耗，因此，

本系统在每次需要发送数据的时候，根据通信模块软件层面的异常处理机制得到连接情况。通常在信道稳定的情况下，通信模块不会抛出异常，而一旦发生通信中断，数据发送方会马上捕获异常，进入数据重传模式，断点续传流程图如图1所示。

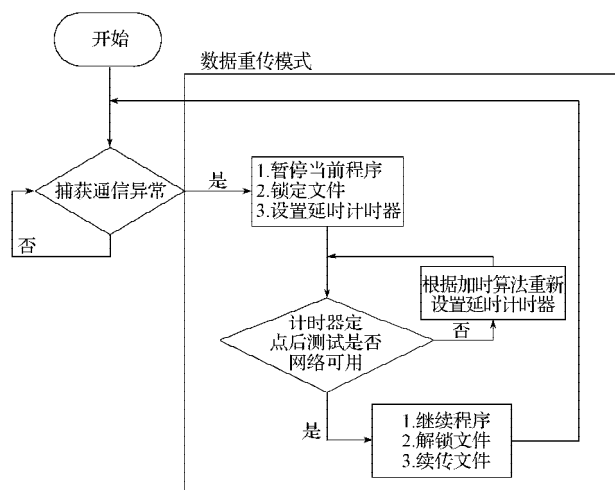


图1 断点续传流程图

Fig. 1 Flow diagram of retry broken downloads

具体步骤是首先暂停当前程序，锁定被发送的数据（压缩文件），设置延时计时器，在计时器达到预置的时间后重新测试网络连接。如果网络连接正常，则解锁文件，重新续传文件；相反则根据延时计时器内部加时算法，重新设置延时计时器时间。为了保证系统不会进入长时间的等待状态，加时算法选用的函数则应具有收敛性，如式（1）。

$$\eta = k(1 - \lambda^\tau), \quad (1)$$

式中： η 表示每次等待的时间； k 则由具体需要的响应时间决定，一般来说 k 值是响应时间的最大值，这个值不宜太长也不能太短，太长不能及时得到响应，而太短又跟轮询没有什么区别； τ 代表网络测试不成功次数； λ 是一个介于0到1的数，一般用 λ 控制函数的收敛速度和强度。

2.2 组卷算法

2.2.1 试卷模板

在无纸化考试系统中，要求可以灵活组合试题库中的试题，构成多种不同的试卷。与此同时，系统又要求试卷难易度相同，考察的知识点相同，结构也相同，为此引入试卷模板的概念。所谓试卷模板是指某一套试卷出题标准，一套试卷的模板定义好以后，以后的考试试卷都要套用这个模板。模板不是具体试题的集合，而是各个知识点以及比例的组合。

2.2.2 组卷策略

由于嵌入式设备的资源限制，要求系统在离线测试时使用高效的组卷算法来响应用户的组卷需求。而

组卷算法不同于一般的随机算法, 要求既保持试题的随机性又要满足试卷模板对知识点的设置, 在某些高性能的出卷系统中, 甚至对于用户以往的答题记录也要求进行参考。

本系统答题记录的格式依据知识点来存储。每次做完试卷后系统都会记录下知识点的答题情况以及效果值, 并按时间顺序做出统计, 如表1所示。

表1 答题效果表
Table 1 Answer results table

时间	知识点					
	K_1	K_2	K_3	K_4	\cdots	K_m
D_1	η_{11}	η_{21}	η_{31}	η_{41}	\cdots	η_{m1}
D_2	η_{12}	η_{22}	η_{32}	η_{42}	\cdots	η_{m2}
D_3	η_{13}	η_{23}	η_{33}	η_{43}	\cdots	η_{m3}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
D_n	H_{1n}	H_{2n}	H_{3n}	H_{4n}	H_{4n}	H_{mn}

表1中 K_i 代表具体知识点, D_i 是时间信息, η_{ij} 表示效果值, 效果函数如式(2),

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_i X_i}{\sum_{i=1}^n \theta_i}, \quad (2)$$

式中: θ 为取值0~1的难度系数; 而 X 表示正误表征值, 取值为0或1, 分别代表错误和正确。

当 η 越接近1时表示答题效果越好。效果表可针对不同知识点转化成多个以时间和效果值为刻度的2维曲线图, 就可根据常用的图表分析方法在其上进行分析。根据记忆领域遗忘曲线, 越是平稳的遗忘曲线对知识的记忆和掌握效果越好, 出卷的目的就是保持遗忘曲线的平稳, 防止由于缺乏相应的练习使曲线陡然下降。智能组卷算法就是在试卷模板的基础上, 根据记忆曲线的平稳程度动态调整难度系数和题目数量。难度系数和题目数量分别由式(3)和式(4)决定。

$$N_k = \left\lfloor \frac{N_i}{\sum N} N_m \right\rfloor, \quad (3)$$

$$\theta_k = \frac{\theta_i}{\sum \theta_i} \theta_m, \quad (4)$$

式中: N_m , θ_m 分别是模板题数和模板难度系数; N_i , θ_i 分别为考点题数参数和考点难度参数, 具体由式(5)和式(6)导出。

$$N_i = \frac{D_m}{\bar{\eta}}, \quad (5)$$

$$\theta = \frac{\bar{\theta} \bar{D}}{\bar{\eta}}, \quad (6)$$

式中: D_m 为最大时间间隔, $\bar{\theta}$ 为据曲线所得以往平均难度系数, $\bar{\eta}$ 为以往平均答题效果值, \bar{D} 为平均时间间隔。

依据该算法得到相应知识点的难度系数和题目数量后, 通过普通伪随机算法以难度系数为期望随机得到具体题目。这里从公式计算中得到的知识点题目数和难度, 会随着试卷涉及知识点的次数慢慢变少和变小。这也正符合了遗忘曲线的特点。

2.3 数据库组织和同步方式

2.3.1 试题组织形式

由于客户端的存储容量限制和试题库的开放性以及安全性, 系统将试题库编排成html格式并打包成特定的格式。试题的存储主要有2种方式, 一种是选用SQLCE存储测试试题(部分多媒体文件直接以文件方式存储); 另一种是以html格式存储课后练习和学习资料等内容, 并在SQLCE中索引对应文件。所有html文件将被打包为一种专有格式, 提高数据文件的一致性、易管理性和安全性。遇到试题库更新时需要根据服务器的试题管理指令同时更新索引和文件。为了配合断点续传功能需要在客户端上开辟专门的一块区域为重传做好备份。当更新顺利进行完成之后删除更新前的内容, 释放空间。如若出错则要按日志还原, 等待重传。

2.3.2 SQLCE同步方式

数据库的同步是实现客户端和服务端进行通信的关键。客户端和服务端通过RDA(remote data access)完成, 其主要由3部分组成, 如图2所示。

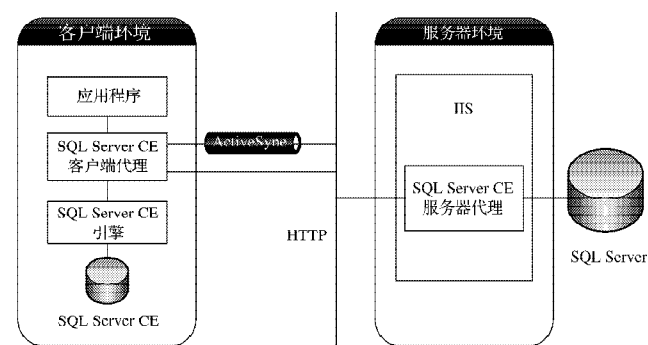


图2 SQLCE同步方式

Fig. 2 SQL CE synchronization

图2中SQL Server CE数据库引擎负责写入和读取数据库中的数据; SQL Server CE客户端代理是RDA在手持设备上的主要组件, 它实现了RDA的主要功能, 可以通过程序调用它提供的接口以控制RDA; SQL Server CE服务器端代理位于服务器, 它与SQL Server CE客户端代理通过HTTP协议进行通信, 接收并处理SQL Server CE客户端代理的命令。其中, RDA支持3个方法: “拉”、“推”和Submit SQL方法。在试题分发过程中, 主要涉及到题库的更新, 手持设备和服务期间选用“推”、“拉”2种方式。而在离线测试时由于系统对数据实时性要求不高, 软件主要利用第三种同

步方式,在需要的时候由用户发出数据同步要求,然后将服务器端的题库更新到客户端来。

3 系统测试与性能分析

本方案在某学教产品的练测评系统中得到应用。手持设备系统采用 Windows CE 6.0 系统,服务器负载最大时能同时处理 1 000 部手持设备的在线考试申请,体现出较高的性能。系统实现如图 3。



图 3 运行于 Windows CE 6.0 下实现图

Fig. 3 Running picture at Windows CE 6.0

根据 2.2.2 节的组卷算法分 5 次实验将得到的出卷时间与桌面级系统进行了对比。采用同一试卷模板输入对比所用的数据,内置相同题库内容。通过程序内部计时语句得到具体执行时间,见表 2。可见练测评系统平均出卷时间较好地接近了桌面级系统。

表 2 平均出卷时间对比

Table 2 Average time of test paper production

设备	实验出卷时间 /s					平均出卷时间 /s
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	
手持设备	2.20	2.50	1.98	2.25	1.80	2.146
桌面级系统	1.90	2.00	2.54	2.32	2.00	2.152

4 结语

本文设计并实现了一个基于手持设备的练测评系统,该系统同时支持在线和离线 2 种练测评方式。系统在连接稳定性、数据重传模式、测试响应性、题库数据组织等多个方面提出了优化方案,测试证明该系统具有较高的性能和可靠性。

参考文献:

- [1] 林小茶,李光,金爽.嵌入式可信计算机研究[J].计算机工程与设计,2009,30(16):3730-3734.
Lin Xiaocha, Li Guang, Jin Shuang. Study of Embedded Trusted Computer[J]. Computer Engineering and Design, 2009, 30(16): 3730-3734.
- [2] 谢玲.高校开放嵌入式实验室的探索[J].计算机教育,2010(7):28-30.
Xie Ling. Exploration of Embedded Laboratory in Universities[J]. Computer Education, 2010(7): 28-30.
- [3] 黄力,赖兆馨,葛祥友.高职嵌入式系统教学与实践研究[J].柳州职业技术学院学报,2010,30(2):342-344.
Huang Li, Lai Zhaoqing, Ge Xiangyou. A Study on Embedded System Teaching in Vocational Colleges[J]. Journal of Liuzhou Vocational & Technical College, 2010, 30(2): 342-344.
- [4] 黄建成,刘珍莲,石开发,等.基于多媒体在线练习考试系统的护理技能培养方法研究[J].广西教育,2005,31(14):54-56.
Huang Jiancheng, Liu Zhenlian, Shi kaifa, et al. Research on the Educate Method of Nursing Skill Based on Online-Testing System Multimedia[J]. Guangxi Education, 2005, 31(14): 54-56.
- [5] 叶成林,徐福荫,许骏.移动学习研究综述[J].电化教育研究,2004(3):12-19.
Ye Chenglin, Xu Fumeng, Xu Jun. A Literature Review on M-Learning Research[J]. E-Education Research, 2004(3): 12-19.
- [6] 曾文英,赵跃龙,宋玮.移动数据库关键技术研究[J].计算机工程与应用,2009,45(14):25-29.
Zeng Wenying, Zhao Yuelong, Song Wei. Research on Mobile Database Key Technologies[J]. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(14): 25-29.
- [7] 魏洪伟,邸佳奇,孙惠杰.移动学习理论研究与实践[J].计算机工程与科学,2009,31(9):135-137.
Wei Hongwei, Di Jiaqi, Sun Huijie. Research and Practice of the M-Learning Theory[J]. Computer Engineering and Science, 2009, 31(9): 135-137.
- [8] 张月琴.基于移动Agent的网络智能学习系统研究[J].计算机工程与设计,2007,28(21):5302-5304.
Zhang Yueqin. Research of Mobile Agent in Network Intelligence Learning System[J]. Computer Engineering and Design, 2007, 28(21): 5302-5304.

(责任编辑:罗立宇)