

单卡在线自助圈存系统的设计分析*

阮群生¹, 江运华²

(1. 宁德师范高等专科学校 计算机系, 福建 宁德 352100;

2. 江西省九江市港航管理处 计算机信息中心, 江西 九江 332000)

摘要:介绍了网银圈存系统中的圈存机及上位机部分和 WEB 圈存缴费系统的设计和特点, 分析了各模块之间通信和数据采集的方式和技巧; 通过对大量实验数据的测试和实际应用, 验证了系统的性能和其他指标, 保证系统能较好地达到校园卡单卡在线自助圈存的目的。

关键词:网银圈存; 圈存机; WEB 圈存缴费系统

中图分类号: TP311

文献标识码: B

Design and analysis of single-card online self-help network and bank transfer system

RUAN Qun Sheng¹, JIANG Yun Hua²

(1. Computer Department, Ningde Normal College, Ningde 352100, China;

2. Center of Computer Information, Jiangxi Jiujiang Maritime Transport Management Office, Jiujiang 332000, China)

Abstract: This paper introduces the network transfer bank system, transfer machine and PC parts and transfer WEB-toll system design and features, analysis of the communications between the various modules and data collection methods and techniques. Through a large number of experiments data testing and practical application to verify system performance and other indicators to ensure that the system can better meet the purpose of self-help WEB-based campus card single card.

Key words: network-bank transfer; transfer machine; WEB transfer payment system

目前我国高校的校园卡圈存通常采用传统圈存技术, 传统技术接入方式是以网控器作为接入设备, 通过圈存机将交易报文在银行系统和校园一卡通系统中的卡务管理中心子系统之间进行传送, 银校圈存系统通过银行卡与校园卡一起插入转账圈存机以达到把用户的银行卡账户下的金额划入校园卡账户中为目的^[1], 传统圈存方式的圈存机具有价格昂贵、位置移动不灵活、设计复杂、故障率偏高等不足, 而且经常会出现银行和学校交易流水账务不一致的情况; 同时, 该模式下的学校与银行的实时通信信道需向通信部门租用一条专线, 增加了工程的设计成本与维护费用。鉴于此, 在计算机比较普及和计算机网络高度发展的今天, 结合高校的实际情况, 笔者探索出一种全新的圈存思路和设计, 实现校园卡单卡圈存 (即圈存时仅使用校园卡), 设计一种基于 WEB 圈存的方式以克服传统圈存方式的不足, 大大降低了系统的开发和材料成本, 使其设计与

应用真正做到经济、简单、方便、实用和圈存机移动、接入方便。

1 圈存流程总体设计原理

圈存的过程主要分成 2 大步骤, 第一步就是用户通过学校自主开发的 WEB 圈存缴费系统和银行开发的网上银行系统把其在银行账户下的指定大小的金额划入学校的银行账户下, 成功交易的金额记录再提交给学校转账系统数据库服务器中; 第二步是用户把第一步转入的金额在学校 WEB 圈存缴费系统进行圈存支付, 形成圈存等待流水。最后, 用户可在任何一台以太网圈存机上进行刷卡充值, 同时后台运行软件会自动实时地上传刷卡之后的圈存流水传至卡务中心, 以保证卡库金额一致。其圈存思路设计流程如图 1 所示。

2 系统设计

系统主要由圈存机与 WEB 圈存缴费系统两大部分组

* 宁德师范高等专科学校科研资助项目 (2008Y007)

网络与通信

Network and Communication

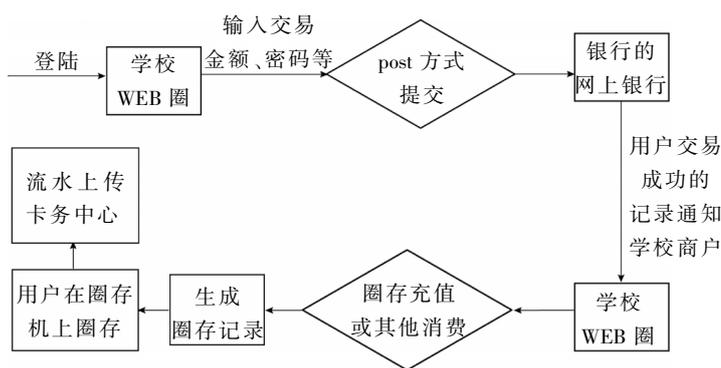


图1 圈存操作流程

成，用户借助于 WEB 圈存缴费系统把其在银行的钱转入学校系统中，然后进行圈存消费支付，最终在服务器数据库中形成等待圈存刷卡流水，圈存机则主要完成读卡并把圈存金额写入校园卡。

2.1 系统硬件设计

圈存机硬件处理单元结构如图 2 所示。系统由主控板、网络通 (wlt)、显示电路板、键盘板、读卡器天线板等主要部分组成。



图2 圈存机结构简图

2.1.1 ICR/W 主控电路板

ICR/W 是圈存机硬件系统的核心，主要由读卡芯片 MFRC500、MCU (STC89C58RD+)、实时时钟芯片 (8563T)、蜂鸣电路等部分组成。由它完成数据信号处理及优化，包括键盘输入、显示控制、以及与 PC 机和网络通信等功能。该系统采用的是 STC89C58RD+ 单片机，其内部有增强型 1T 流水线/精简指令集结构 8051 CPU、512 B RAM、通用 I/O 口 (27/23 个)、ISP (在系统可编程) / IAP (在应用可编程)、看门狗、2 个 16 bit 定时器/计数器、2 路外部中断等部件，同时具有 EEPROM 功能，另外该微处理器具有超低功耗的特点，在系统供电方面具有很强的优势。

2.1.2 网络通及底层通信

网络通也叫以太网测控网关，主要由单片机与以太网接口芯片组成，负责完成网络层上的以太网 TCP/IP 协议与测控设备现场总线 RS-232、RS-485、并口通信等协议的转换，完成以太网和现场总线网络间的互联，实现不同

以太网和现场总线网络之间的数据交换^[9]，网络通对单片机没有什么特殊要求，可选用普通单片机，例如 89C51 等。可用汇编语言在单片机中写入 TCP/IP 通信协议和 RS-232、RS-485 等现场总线及并行总线通信协议。它将从以太网接收来的 IP 包进行拆包取出数据，再按 RS-232、RS-485 等现场总线或并行总线通信协议重新组成新帧，发送给测控设备；或者将测控设备发来的数据帧，重新打成 IP 包向以太网发送。

硬件部分对各主要功能模块采用基于单片机的模块化设计，即分别设计了显示控制模块、读卡模块以及按键控制模块，这些独立模块与主控芯片 (MCU) 之间的通信采用串口或 I²C 通信方式。采用模块化的设计有利于减轻 MCU 的处理压力，同时有利于提高各功能模块与 MCU 之间的通信速度，提高硬件系统的灵活性与可扩展性，方便故障的排查。

2.1.3 显示板、键盘及感应天线板

显示电路板由 LPC932A、2 块 LED 数码管显示屏构成，每个显示屏有 6 个汉字和 2 排数码管，每排 8 个带小数点数字；LPC932 是一款单片封装的微控制器，适合于许多要求高集成度、低成本场合，可以满足多方面的性能要求；LPC932 也集成了许多系统级的功能，这样可以大大减少元件的数目、电路板面积以及系统的成本。键盘采用 4×4 矩阵形式，共 16 个键，键盘使用 LPC932 的键盘中断工作方式，能够完成功能选择和圈存额查询。感应天线是读卡器发送载波信号的关键部件，用于向 MF 卡提供能量并在读卡器和 MF 卡之间传递信息，天线板的核心部分是天线与读卡模块间的耦合电路，为了节约成本、减小系统体积，采用 PCB 板天线设计，品质因数 Q 是一个很重要的参数。用于电感耦合式射频识别系统的天线，其特征值就是它的谐振频率和品质因数^[9]。较高的品质因数数值会增加天线线圈中的电流强度，由此可以改善对 MF 卡的功率传送。

2.2 圈存机上位机软件和 WEB 圈存缴费系统的设计

这 2 部分主要采用基于 WEB 的结构模式，包括 2 部分，一部分是采用 WEB 页面形式对圈存机的进行参数修改、状态监控、在线升级等管理；另外一部分是用户圈存、查看消费记录等操作在网上执行 (用户仅到了把圈存金额进行写卡这一步聚时才须到圈存机上执行刷卡操作)，圈存机控制和数据采集模块则依然使用 C/S 模式，该模块与圈存机处于校园网中同一个虚拟子网里。

2.2.1 上位机主程序模块结构模型图

系统设计采用模块化程序结构，由 WEB 圈存缴费子系统、圈存机控制和数据采集处理模块、圈存机状态和参数修改模块、后台数据处理组成。上位机部分的主要结构模型如图 3 所示。

2.2.2 数据采集

圈存机控制、数据采集模块同圈存机的数据通信以及

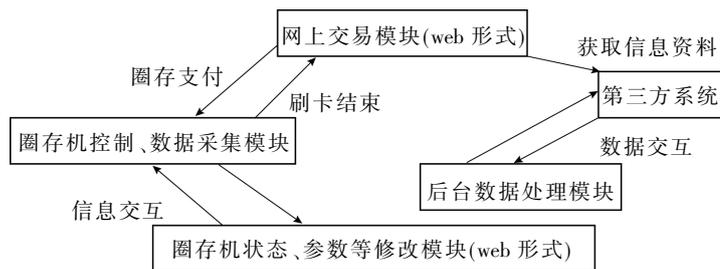


图3 上位机模块结构模型图

数据采集是本系统中非常关键的部分，必须做到通信数据安全、准确、实时和高效，鉴于此，为了提高通信效率和避免圈存机数量过多而出现的通信瓶颈，故采用不可靠投递数据帧的UDP协议，虽然使用的UDP协议是不可靠的，但通过一定次数的数据帧应答和重发机制来弥补UDP协议的不足，通过记录用户第一次圈存刷卡时卡内余额，能有效地避免上位机监控程序没有收到用户圈存成功之后的上传应答帧，而此时如果用户再次在圈存机刷卡又会把圈存金额重复写入卡片的情况，使用多线程的监控程序，增大监控程序的通信吞吐量，尽最大努力避免通信高峰期出现数据包丢失现象；对通信数据全部进行CRC冗余校验，可避免通信双方接收到错误或被篡改的数据，保证通信数据的一致性和正确性。

2.2.3 WEB在线监控或修改圈存机的状态和参数

WEB在线监控和修改模块前台表现为WEB网页形式(合并于WEB圈存缴费系统后台系统中)，后台调用SOCKET通信组件，SOCKET通常也称作“套接字”，用于描述IP地址和端口，是一个通信链的句柄^[4]。SOCKET服务端(内置于圈存机控制、数据采集模块中)和SOCKET客户端(位于WEB圈存缴费系统服务器中)同属于一个校园网的子网中，所以2个SOCKET程序是基于局域网中的通信，较易实现；当用户进行WEB网页操作时，系统后台调用客户端的SOCKET组件，客户端SOCKET根据自定义的通信规则向服务端SOCKET发出请求，接到请求后，

向圈存机发出命令帧，圈存机接到定义帧后，作出应答和处理，结果再逆向返回给用户。

2.2.4 测试方法与技巧

单元测试、模块测试和集成测试等测试方法严格贯穿于系统开发过程中，由于本系统自身的特点，独辟蹊径地使用了一些较特殊的方法，以达到相应的测试目的，例如模拟下位机的CreditsForLoadDriver的驱动程序、模拟建设银行的网上银行系统的BankStakeAndDDriver驱动和桩程序、模拟卡务中心系统、教务处的学生管理系统和财务处系统的驱动或桩程序等。这样在虚拟的环境里就能够很好地测试出软件的性能和通信吞吐量，现实中不可能找出几百台圈存机来与圈存机控制、数据采集模块进行真实的连接和通信，由于受条件限制，可以通过能够模拟出几百台的圈存机驱动程序来测试通信控制模块的效果。另外，为了很好地达到通信测试和错误修改的目的，建议尽可能使用市场上一些流行的抓包分析软件。

3 试验数据和结果分析

根据2.2.4节的方法实现实验过程，下面以网上圈存交易系统和圈存机同圈存机控制、数据采集模块之间的通信为例进行实验，在圈存机通信的测试实验中，把上位机软件部分全部放置在WEB服务器上，测试工作则在其它普通的PC机上进行，使用模拟下位机的creditsForLoad-Driver驱动程序测试圈存机控制及数据采集模块的承载力，其实验数据如表1所示。

从实验结果来看，证明实验方法正确、理论可行、系统设计良好。通过在学校实际使用和检验，该系统有如下优点。

- (1)系统运行稳定，操作简单；
- (2)性能良好，圈存机故障率极低，通信效果十分好。

随着计算机迅速普及和计算机网络的快速发展，这给本系统的推广和发展提供了良好的使用背景，系统中的圈存机开发和维护成本十分低廉，其每台材料成本不到400元，售价在1000元左右，而市场上圈存机的售价普遍在

表1 监控程序性能和圈存机状态测试数据

用例编号:3010		类型:性能测试					测试日期:2007-12-20			
模拟圈存机数	50	100	120	150	200	250	260	280	300	
CPU/%	7~9	8~12	10~13	14~22	23~30	34~42	40~55	52~71	67~99	
丢包率/%	0.000~0.000	0.002~0.004	0.003~0.005	0.005~0.008	0.009~0.015	0.017~0.050	0.095~0.3	40~100	200~500	
6台真实圈存机状态	运行正常	运行正常	运行正常	运行正常	运行正常	运行正常	运行正常	时而不正常	不正常	
备注说明	模拟圈存机是通过随机算法每少于1s发一次不同类型的数据包,6台真实的圈存机与模拟圈存机实时竞争通信。									

(下转第35页)

(上接第 31 页)

7 千元以上,而且传统的圈存机体积大,移动十不便,我们设计出的圈存机体积很小,移动很方便,可以接入校园网范围内的任何地点;另外,由于传统圈存机的通讯需要直接与银行通讯,所以还需要向通讯部门租于 1 条价格不菲的专线,而本系统圈存机与 WEB 圈存缴费系统的相结合,可免去专线的铺设,因此 WEB 圈存缴费系统又可十分方便地扩展学费、等级考试、重修费等等支付功能。

从当前和发展的趋势来看,本系统的设计和应用具有十分可观的经济价值和较大的市场发展潜力,部分技术对企事业单位在建设网上支付系统方面也有着一定的借鉴意义。

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com

参考文献

- [1] 文昭.一卡走遍校园—记“校园一卡通”应用方案.金卡工程,2001(5):35-37.
- [2] 潘仕彬,何铮.用于单片机的以太网网关——网络通[J].单片机与嵌入式系统应用,2003,1(3):8-10.
- [3] 郑杰,徐晶.RFID 读写器天线的研究与设计[J].微计算机信息,2007,8(2):228-229.
- [4] 张莹,于重重,刘杰.基于 DataSocket 的果园生态环境远程数据采集系统[J].微计算机信息,2007,4(3):103-105.

(收稿日期:2009-01-24)

《微型机与应用》2009 年第 20 期

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 35

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com