

数字校园一卡通中的身份验证技术研究及应用

徐慧英, 许敏婕

(浙江师范大学 信息科学与工程学院, 浙江 金华 321004)

摘要:建设“数字校园”, 实现校园管理、资源共享电子化是建设“数字中国”整个工程中不可缺少的部分。文中首先设计了一种高性能的射频卡读写器, 并采用 PSAM 卡认证技术提高系统的安全性; 接着介绍指纹识别技术, 并提出一种基于纹理方向信息的自动指纹识别算法, 在此基础上设计了一个以校园网为基础、以射频卡为载体、以指纹识别技术为身份认证手段的校园一卡通系统。该系统的实施提高了学校人事财务统一管理的能力, 实现了校园内的身份识别、电子货币、电子交易等功能。

关键词: IC 卡; 细节点提取; 指纹增强; 校园一卡通

中图分类号: TP393.08

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)08-0143-03

Research and Application of Identification Technique in Digital Campus Card System

XU Hui-ying, XU Min-jie

(School of Information Science and Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: Building a digital campus, making campus management and sharing electronic resource are an indispensable part of constructing digital - China engineering. So in this paper, a RF card reader with the high capability is designed by using PSAM card to improve system security. And then, introduces the fingerprint recognition technique, and presents a new algorithm based on the line direction information. Finally designs a campus card system with the medium of campus network with RF card and the identification method of fingerprint recognition technology. Its implementation helps to centralize the management ability of improving the personnel and financial affairs, achieves identification in campus, electronic cash, electronic deal and so on.

Key words: IC card; minutiae extraction; fingerprint enhancement; campus card system

随着社会数字化的快速发展, 作为连通学校和数字城市的关键点, 数字校园还是建设“数字中国”整个工程中的重要环节。“数字校园”运用 4C(计算机、通信和网络, 自动控制, IC 卡)技术, 通过网络实现电子化管理校园和共享资源。校园一卡通系统将射频卡技术与指纹识别技术应用到数字校园系统, 作为电子身份载体的 IC 卡, 通过指纹识别技术进行身份认证, 从而方便师生自动完成诸如借/还书、消费、考试、考勤等与其身份相关的活动, 提高校园管理水平。文中采用射频卡和指纹识别技术, 设计了一个校园一卡通系统。

1 数字校园与一卡通系统

在“传统校园”的基础上, “数字校园”利用先进的信息化手段和工具, 实现校园的数字空间, 从而分割了现实校

园的时间和空间。它以网络为基础, 实现环境(包括设备、教室信息等)、资源(如图书、讲义、课件等)和活动(包括教、学、管理、服务、办公等)的全部信息化。数字化校园的特点主要体现在三个方面: 网络化、智能化和个性化。

一卡通系统实现用户单位高度网络化、智能化、信息化, 提升单位管理效率, 采用先进的射频卡技术, 结合计算机网络在数据检索、通信、采集等方面的优势, 以一张多功能射频卡同时担负员工工作证、考勤卡等多项管理职能。它综合应用当前的网络技术、IC 卡技术、数据管理等先进计算机技术, 具有提高学校人事财务统一管理的能力, 实现校园内的身份识别、电子货币、电子交易等功能。

一卡通系统在国内外的许多高等院校早已得到广泛应用, 虽然近几年国内有部分企业和院校在推行一卡通的应用项目, 但多数集中在消费和图书管理方面, 没有深入研究, 对于一卡多用系统的整合一直处于表面工作, 因此一卡通系统的研究工作市场广阔^[1]。

2 射频卡在数字校园中的应用

2.1 射频卡

射频卡又称非接触 IC 卡、感应卡, 它成功地将射频识

收稿日期: 2005-12-02

基金项目: 浙江省省长基金资助项目(KY202Y01083); 省科技厅基金资助项目(2005C21021)

作者简介: 徐慧英(1977-), 女, 浙江永康人, 讲师, 硕士, 研究方向为图像处理、信息隐藏、生物特征信息识别等。

别技术和 IC 卡技术结合起来,解决了 IC 卡无源和非接触等问题,是电子器件领域的重大突破。射频卡由 IC 芯片、感应天线组成,完全密封在一个标准 PVC 卡片中。通常由射频卡与读写器之间的无线电波来完成读写操作,操作方便快捷、抗干扰能力强、可靠性高、安全性好、适合于卡多用等特点。

2.2 射频卡读写器

如果一个应用系统(应用软件)要读写一个非接触的数据载体(应答器)中的数据,则它需要一个非接触的读写器作为接口。两者之间通过无线电波来完成数据读写。

由于射频卡本身是无源卡,读写器在对卡读写时发出的信号由两部分叠加组成:一部分是电源信号,该信号由卡接收后,与本身的 L/C 产生一个瞬间能量来供给芯片工作;另一部分是指令和信号,指挥芯片完成数据的读取、修改、储存等,并返回信号给读写器。

读写器主要完成对卡的读写操作,功能强的还可以进行数据处理。本系统几乎所有终端都要用到读写器,因此在应用系统中起到举足轻重的作用。

读卡器软件主要完成对射频卡的认证、读写功能,以及根据用户需要显示相应的信息、具备必需的设置功能。卡片的认证密钥采用统一固定的读密钥,写密钥则通过 DES 加密保存在 PSAM 卡中。

为实现密钥的安全性和保密性,系统通过存放在 SAM 模块或 SAM 卡中的各种主密钥完成与用户卡之间的身份认证及各种加、解密过程。SAM 卡的物理结构和普通的 CPU 卡一样,但它的区别在于操作系统 COS 的主要功能是对称加解密运算(DES 运算)和密钥存储及管理功能。密钥被发卡系统写入 SAM 卡后,再放入读卡器内,从而完成读卡器和卡的相互认证。一旦存储在 SAM 卡中的密钥被写入,就不能被读出且不能修改,只能被用来进行加解密计算。

3 指纹识别技术在数字校园中的应用

3.1 指纹识别技术简介

手指表面的皮肤凸凹不平产生的纹路就是指纹。这些纹路在图案、断点和交叉点上因人而异,在识别过程中就是依靠这些唯一的“特征”,通过比较他的指纹特征和预先保存的指纹特征验证他的真实身份。指纹是人体生物特征之一,具有惟一性、稳定性和不可复制、不可移植、不可仿造的特点^[2]。指纹识别技术作为身份认证手段有随身携带、安全性好、采集方便、成本低、产品体积小、识别速度快、产品稳定性和仿制技术难等诸多优点。

指纹识别技术在数字校园中的应用方式有以下两种:

(1)把持卡人的指纹(加密后)存储在 IC 卡上,并在 IC 卡的读卡机上加装指纹识别系统,当阅读 IC 卡上的信息时,一并读入持卡者的指纹,通过比对卡上的指纹与持卡者的指纹来确认持卡者是否卡的真正主人。该方式占用 IC 卡中较多存储单元,对网络的依赖小。

(2)将所有的用户指纹信息存储在主机系统数据库上,IC 卡内仅存储持卡人的指纹 ID,读卡器终端读卡后,采集持卡人的指纹信息,与后端数据库中该指纹 ID 对应的指纹信息比较以确认持卡者的身份。该方式所用 IC 卡资源很少,对网络的依赖性很强。

3.2 一种基于纹线方向信息的自动指纹识别系统算法

随着对系统安全性与鲁棒性要求的不断提高,原有算法变得难以满足实用要求。针对这些拒判率高、易旋转、平移的问题,文中采用一种基于纹线方向信息的指纹自动识别算法。该系统具有两项功能:一是采集过程,即建立大容量指纹库;二是匹配过程或识别过程,即随机识别某一指纹。系统框图如图 1 所示。

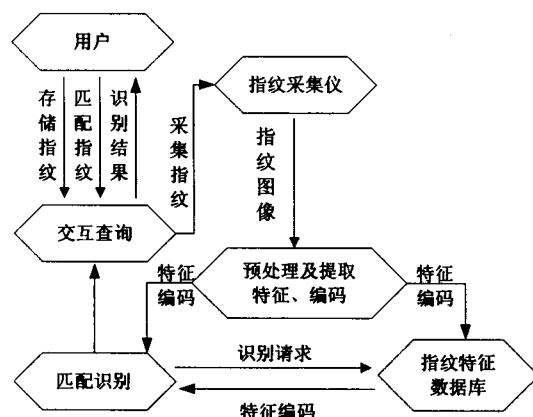


图 1 指纹识别系统框图

在未修复的细化指纹图像中,存在着大量噪声。主要有:

(1)指头较干时,指纹图像会存在大量的间断纹线。而且两点之间距离很小,没有纹线存在。

(2)指头较湿或较脏时,指纹图像会存在较多纹线叉连,本不应该相连的纹线粘连在一起。并且两点均为纹线分叉点,两点之间的距离恰好近似等于平均纹线间距,且两点之间连线近似垂直于其局部领域的纹线方向。

(3)短纹:特点是两点之间较短但不至于看成孤立点的纹路^[3]。

(4)孔状:特点是两点之间的距离非常地小,且两点之间连线与其局部领域纹线的方向近似平行。

(5)毛刺:特点是一对端点与分叉之间有纹线相连,且两点之间距离比较近。因此首先对采集到的指纹进行图像预处理,即对指纹图像进行纹线修复和去噪,消除绝大部分的孤立点和短线等随机噪声^[4]。文献^[5]提出了具体的指纹图像预处理。

细节特征主要由其位置和方向确定^[6]。常规的细节特征提取算法是先细化图像,然后修复纹线,最后提取细节特征点。指纹增强的目的是提高纹线的清晰度,例如分离粘连的纹线、连接断裂的纹线、平滑纹线边缘等等。但当指纹图像无法修复时,常规算法提取到的细节特征点就包含大量的伪特征信息。去除伪特征点,可以通过研究伪特征点的成因及分布规律,然后设计出相应的改进算法。

据资料和实验观察,指纹纹线和细节特征点存在以下特点:

(1)除个别区域外,指纹纹线的变化相对平缓,相邻纹线之间的宽度大致相等。

(2)在 500dpi 的分辨率下,指纹图像中一般只存在距离大于 8 个像素点的细节特征点。

(3)指纹中基本不存在毛刺、纹线叉连这种带有突变性质的结构^[1]。所以,诸如距离很近的两个纹线端点、纹线叉连等结构,应该直接删除。

改进的算法定义如下:

- 两特征点 i, j 之间的距离为 $D(i, j)$, 单位为像素;
- 两特征点 i, j 连线与横坐标轴方向的夹角为 $A(i, j)$, 单位为弧度;
- 如有纹线连接特征点 i, j , 则 $C(i, j) = 1$, 否则 $C(i, j) = 0$; $\theta(i, j)$ 为两特征点 i, j 所在的局部领域的纹线方向, 单位为弧度; $\Delta\theta$ 为 $A(i, j)$ 与 $\theta(i, j)$ 之差的绝对值。

定义距离阈值分别为 $D1, D2, D3, D4$ 。经实验确定,在指纹图像为 500dpi 的采集分辨率下 $D1, D2, D3, D4$ 分别取 7, 3, 4, 8。

① 原始细节特征点集的提取。

原始细节特征点集是在未经处理的指纹图片上直接提取的细节特征。由于存在顺序减差,所以对未完全细化的图像也可以正确地提取到细节特征点。

② 短线与纹线间断形成的伪特征点的删除。

原始细节特征点集中,删除 $D(i, j) < D1$ 且 $\Delta\theta \approx 0$ 的任意两个纹线端点 i, j 。

③ 小孔状结构形成的伪特征点的删除。

原始细节特征点集中,删除 $D(i, j) < D2$ 的任意两个纹线分叉点 i, j 。

④ 小毛刺形成的伪特征点的删除。

原始细节特征点集中,删除 $D(i, j) < D3$ 且 $C(i, j) = 1$ 的纹线端点 i 和纹线分叉点 j 。

⑤ 较长毛刺形成的伪特征点的删除。

原始细节特征点集中,删除 $D(i, j) < D4, C(i, j) = 1$ 且 $\Delta\theta < \pi/4$ 的纹线端点和纹线分叉点 j 。

⑥ 纹线叉连形成的伪特征点的删除。

原始细节特征点集中,删除 $D(i, j) \approx D4, C(i, j) = 1$ 且 $\Delta\theta = \pi/2$ 的任意两个纹线分叉点 i, j 。

基于纹线曲率的指纹匹配方法是通过比较两幅图像中纹线上的点到纹线端点的距离,即比较两条纹线的曲率,来判断这两条纹线的相似程度,从而确定基准点对。由于图像的旋转和平移不影响匹配结果,因此这种方法能较好地反映纹线的形状,匹配更加准确。

3.3 指纹识别终端

指纹认证器件是一个基于数字处理器(DSP)的单片机,完成一般的单片机无法完成的复杂指纹识别任务。其物理组成如图 2 所示。

指纹认证器件作为指纹应用系统的核心,主要完成指纹采集和指纹匹配。在本系统中,该模块通过 RS232 口与主控制单元进行异步串行通讯来实现指纹采集、特征数据的生成以及两枚指纹图像的匹配,处理后的指纹特征数据编号存放在数据存储器中。指纹识别终端在校园一卡通系统中主要用于考勤和考试身份认证,与射频卡读卡终端联合使用,由射频卡内存储信息提供 ID 号等。

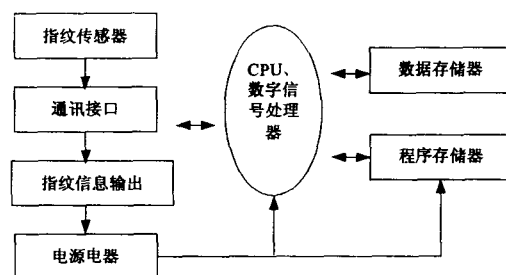


图 2 指纹认证器件物理组成

4 基于射频卡与指纹识别技术的校园一卡通系统

校园一卡通系统实现了资源数字化、传输网络化、用户终端智能化、管理结算自动化。该系统实现与银行系统相衔接,自动将银行存款转入校园卡,满足校园内各类消费;同时实现个人身份认证;还实现与学校管理信息系统相链接,实现对学生、教职员工的 basic 信息查询,以及领导宏观管理的综合查询等。

4.1 系统结构

系统按其不同的行为主体,分为校园管理和银行管理。校园管理实现 IC 卡部分的发卡、补卡、销户及卡消费、身份识别管理。银行管理主要完成卡开、存款、圈存、补卡、销户、黑名单管理等功能。银行管理的前置机和校园管理的财务中心服务器相连,当持卡人从借记卡帐户中圈存金额到 IC 卡后,在圈存的当日,银行将汇总各个帐户的圈存总额及所有帐户的圈存总额并下达到校园的结算中心对帐。同时上传文件到指定网点,次日由网点划转昨日消费总额到学校帐户。黑名单的挂失及解挂先由学校执行,并实时传到银行。

4.2 “校园一卡通”数据传输流程

“校园一卡通”的数据传输流程分为五个层次,即交易数据的采集、转发、传输、处理和应用。各类终端设备收集的上传交易数据,经串口通讯联网设备,进入一卡通专网主干,进而上传到“校园一卡通管理结算中心”的主服务器,保证了数据的实时性和完整性。

4.3 管理组织体系

“校园一卡通”系统的管理采取了三级管理模式。顶层管理层为“校园一卡通管理结算中心”;二级管理层为各校区的“管理分中心”;三级管理层为部门兼职管理员。

4.4 系统应用范围

“校园一卡通”系统中的校园卡采用非接触式加密 IC 芯片和银行磁条复合的方式,使校园卡既具有校园外的银

(下转第 148 页)

```

ls_code = lds_tmp.GetItemString(li_loop2, 'sys_user_accounts') //取用户代码
ls_name = lds_tmp.GetItemString(li_loop2, 'sys_user_name') //取用户名称
ll_cur2 = wf.AddItem(tv_user, 2, 4, ll_cur, ls_code + '(' + ls_name + ')') //二级
IF ll_cur2 > 0 THEN
    //添加成功
ELSE
    DESTROY lds_tmp //添加二级节点失败,取消数据存储
    MessageBox('信息窗口', '生成树型视图出错! 请重试! rr 出错用户:' + ls_code + '(' + ls_name + ')', 'Exclamation!')
    RETURN //退出
END IF
NEXT
ELSE
    DESTROY lds_tmp //添加一级节点失败,取消数据存储
    MessageBox(gs_messbox, '生成树型视图出错! 请重试! rr 出错用户组:' + ls_code + '(' + ls_name + ')', 'Exclamation!')
    RETURN //退出
END IF
NEXT
DESTROY lds_tmp //处理完毕,取消数据存储
tv_user.ExpandAll(ll_parent) //展开树型视图

```

(上接第 145 页)

行金融服务和支付功能,也具有在校园内各类消费和校园管理的功能,其功能主要包括身份验证、存款消费和信息查询。

4.5 系统拓朴结构

本系统校园部分的拓朴结构如图 3 所示。

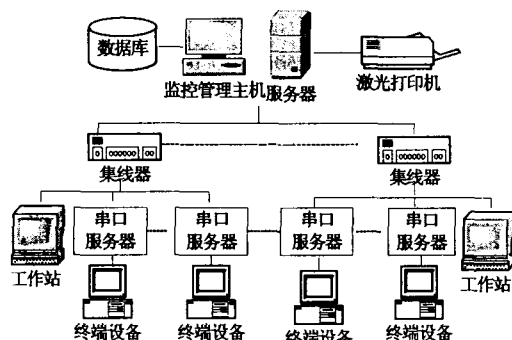


图 3 校园部分的拓朴结构

5 小结

文中的研究成果适合于现代化数字校园信息化的需

tv_user.SelectItem(1) //焦点落在根节点

4 结束语

文中所述方法已成功应用于多个大型企业综合管理信息系统,其中包括上海市苏州河综合整治建设有限公司 SSRCC-MIS 和云南华能澜沧江水电有限公司 YLC-MIS。苏建公司负责上海市苏州河环境综合整治一期工程的建设、管理、融资、还贷,二期工程部分项目的建设管理,注册资金人民币 11 亿元。澜沧江公司主要负责云南省境内澜沧江和金沙江的水电开发,从“流域规划”、“工程建设”、“电厂运营”三个方面对这两个流域进行全面开发和管理,其中仅澜沧江上小湾电站的建设资金就达几百亿。

参考文献:

- [1] 刘清欣,徐 启. 信息系统安全性分析与设计[J]. 企业技术开发, 2004, 23(10): 17-18.
- [2] 曾隽芳,温大勇,杨一平. 电子政务系统基于角色的权限管理研究[J]. 计算机工程与应用, 2004(22): 156-160.
- [3] 王 超,边小凡. 基于角色访问控制机制在 MIS 权限管理中的应用[J]. 微机发展, 2004, 14(5): 50-52.
- [4] 龚洪泉,姚 丹,钱乐秋. 多权限信息系统授权机制的研究与实践[J]. 计算机应用与软件, 2004, 21(4): 16-17.
- [5] 唐成华,陈新度,陈 新. 管理信息系统中多用户权限管理的研究及实现[J]. 计算机应用研究, 2004(3): 217-219.
- [6] 杜宏伟,田盛丰,于 剑. 一个通用权限管理工具的设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2003, 12(1): 6-8.

求,而且能实现银行学校双赢战略,具有普及应用的前景。但是笔者对该领域的研究也刚刚起步,在以后的科研工作中,还有很多尚待研究的问题,如:新兴密钥算法研究;对于小面积指纹、残纹、较干较湿手指的指纹识别算法的研究等等,均有待于去深入研究。

参考文献:

- [1] 彭曙蓉. 射频卡和指纹识别技术在数字校园系统中的应用研究[D]. 长沙:湖南大学, 2003.
- [2] 须文波,朱丽娟,刘 渊. 一种基于指纹识别技术的银行储蓄网络身份认证系统[J]. 计算机应用研究, 2003(6): 67-69.
- [3] 吕知辛,黄遵令. 指纹识别方法及其应用[J]. 计算机系统应用, 2004(5): 32-35.
- [4] 王业琳,宁新宝,尹义龙. 一种新的指纹匹配方法[J]. 中国图像图形学报, 2003(2): 203-208.
- [5] 冯国进,顾国华,张保民. 指纹图像预处理与特征提取[J]. 计算机应用研究, 2004(5): 183-185.
- [6] 王波涛,蔡安妮,孙景鳌. 指纹图像识别技术及其应用[J]. 计算机工程与应用, 2001(7): 79-82.