

# 自动指纹考勤管理系统设计

## The Design of Fingerprint Attendance System

曹丽婷 (中国科技大学研究生院 北京 100039)  
(北京联合大学自动化学院 100101)

杨荣 陈旌 (中国科技大学研究生院 北京 100039)

**摘要:**文章介绍了自动指纹识别的原理,详细探讨了自动指纹考勤管理系统的软硬件设计,并对核心算法作了概要性介绍。

**关键词:**自动指纹识别 考勤系统 客户机/服务器

### 1 引言

考勤管理是企业人力资源管理的重要组成部分,与企事业单位的人事工资、劳动生产率等有密切的联系,与职工的收入直接挂钩。目前比较流行的考勤系统主要是

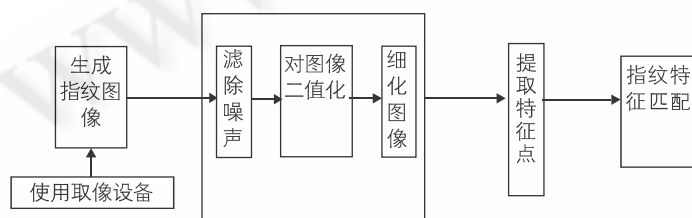


图 1 指纹识别原理图

磁卡、IC 卡等卡式考勤系统。此类考勤系统虽较以前的手工方式有很大的进步,但依然存在严重缺陷。人卡分离使得系统无法有效鉴别持卡人的身份,导致种种舞弊行为出现,代人打卡屡见不鲜。随着指纹识别技术的发展,建立在自动指纹识别基础上的自动指纹考勤管理系统已日趋成熟,达到了实用化的阶段。这种系统利用自动指纹识别技术进行身份认证,替代了传统的打卡考勤方式,克服了认卡不认人的弊端,杜绝了代人打卡的现象,是一种比较理想的考勤系统。下面将详细探讨自动指纹考勤系统的原理、设计方法以及相关的算法实现。

### 2 自动指纹识别原理

指纹识别技术是通过取像设备读取指纹图像,然后

用计算机识别软件提取指纹的特征数据,最后通过匹配识别算法得到识别结果,以确定指纹所有人身份的生物特征识别技术。指纹识别技术原理框图如图 1 所示。

指纹识别技术主要涉及指纹图像采集、指纹图像处理、特征提取、保存数据、特征值的比对与匹配等过程。

首先,通过指纹读取设备读取到人体指纹的图像,并对原始图像进行初步的处理,使之更清晰。然后,指纹辨识算法建立指纹的数字表示——特征数据,这是一种单方向的转换,可以从指纹转换成特征数据但不能从特征数据转换成为指纹,而且两枚不同的指纹不会产生相同的特征数据。特征文件存储从指纹上找到被称为“细节点”(minutiae)的数据点,也就是那些指纹纹路的分叉点或未梢点。有的算法把节点和方向信息组合产生了更多的数据,这些方向信息表明了各个节点之间的关系,也有的算法还处理整幅指纹图像。总之,这些数据,通常称为模板,保存为 1K 大小的记录。无论它们是怎样组成的,至今仍然没有一种模板的标准,也没有一种公布的抽象算法,而是各个厂商自行其是。最后,通过计算机模糊比较的方法,把两个指纹的模板进行比较,计算出它们的相似程度,最终得到两个指纹的匹配结果。

### 3 指纹考勤系统硬件设计

针对不同的用户,系统分为单机版和网络版。系统的硬件设计图如图 2 所示。

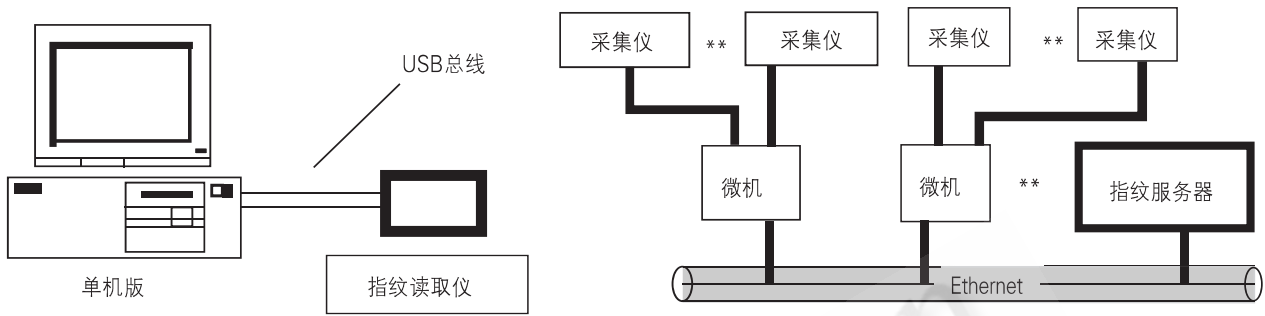


图 2 指纹考勤系统硬件设计图

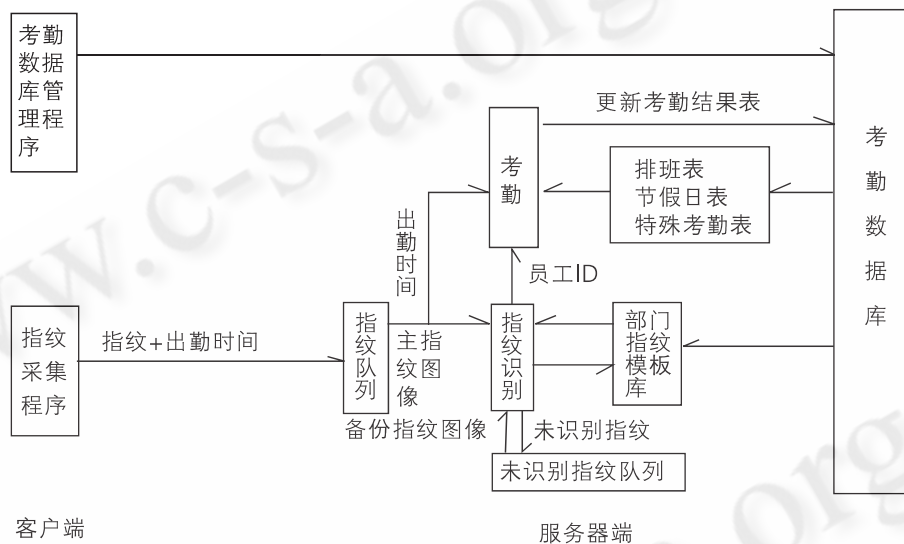


图 3 软件设计原理图

单机版考勤系统的主要用户对象是小型的企事业单位,所有员工的考勤都在一台微机上完成。指纹采集仪选用带 USB 接口的光学 CMOS 活体采集仪。该类采集仪采集的图像质量较高且价格适中。

网络版考勤系统则是面向大中型单位用户。整个系统包括联网的多台考勤微机和指纹服务器。每台考勤微机通过 USB HUB 连接多个采集仪,可供多名员工同时签到。考勤微机将采集到的指纹发送到指纹服务器,服务器进行指纹识别和考勤,最终得到所有员工的考勤结果。

#### 4 指纹考勤系统软件设计

网络版指纹考勤管理系统采用 Client/Server 模式

设计。软件设计原理图如图 3 所示。

考勤微机作为客户端,运行两个程序:考勤管理程序和指纹采集程序。考勤管理程序负责对考勤数据库进行远端管理,提供查询、统计、报表等通用功能,并负责采集员工指纹,然后采用模板融合技术生成指纹模板存入数据库。指纹采集程序负责考勤时采集员工指纹。它采用多线程设计,可同时监控多个采集仪。当用户将手指放在采集仪上时,程序会提示用户采集开始。在规定的采集时间内,程序会连续采集多幅指纹图像,选择其中两幅作为主指纹图像和备份指纹图像,之后添加上时间戳发送到指纹服务器的指纹队列中。在指纹服务器中每台考勤微机对应有一个指纹队列。服务器首先根据考勤微机所在的部门,从数据库中检索出部门所有员工的指纹模板及对

应的员工 ID 号,然后依次从指纹队列中取出指纹的主指纹图像,将之与模板库中所有员工的指纹进行比对,如果识别成功,即可获得该指纹对应的员工 ID 号,再根据出勤时间和班次等信息,得到该员工的考勤结果。如果识别失败,则将指纹放入未识别指纹队列中,待指纹队列清空后,服务器依次对未识别指纹队列中的指纹再进行一次识别,这次选用指纹的备用指纹图像进行识别。

采用如上的设计,使得考勤微机运行任务较轻,从而确保大批量人员短时间内考勤签到任务的完成,同时保证有较高的指纹识别率。

## 5 识别算法设计

指纹识别算法是整个系统的核心算法。由于系统并不要求将考勤结果实时回馈给考勤者,因此系统对算法的运算速度并没有太苛刻的要求,相反要求算法的拒识率和误识率指标要尽可能的好。这是我们选择算法的基准。

整个算法包括三个部分,分别是图像预处理、特征提取和特征匹配。

图像预处理是为了消除和修正指纹图像在采集、传送和转换等过程中产生的各种干扰噪声和畸变,使污损的图像信息在一定程度上得到突出,改善图像质量。其结果是得到一个二值细化的指纹图像,以便后续正确的特征提取。它大致上分五个步骤进行:图像平滑,方向场提取,方向场滤波,二值化,细化。图像平滑采用了均值滤波的方法。之后使用梯度法计算点方向,并对点方向图进行滤波。方向场滤波算法选用了 Gabor 滤波增强算法。该算法要求先计算脊线宽度,然后根据 Gabor 函数计算每点滤波后的数值。系统使用局部阈值法对图像二值化。细化算法选用了 SPTA 算法。

指纹特征采用了 FBI 提出的细节点坐标模型。它利用脊末梢与分支点这两种关键点来鉴定指纹。在细化后的图像中使用一个  $3 \times 3$  的细节检测模板来检测细节点的位置与类型(如图 4 所示)。图中 M 是被检测点,  $N_0, N_1, \dots, N_7$  是按顺时针方向排列的 M 的邻近点。 $N_0, N_1, \dots, N_7$  的像素值为 0 或 1(已经二值化)。

若 M 为 1,即 M 为脊线上的某一点,如果  $\sum_{i=0}^7 N_i = 1$ ,

则 M 是末梢点;如果  $\{\sum_{i=0}^7 N_i\} > 2$ ,则 M 是分支点。

$N_3$	$N_2$	$N_1$
$N_4$	M	$N_0$
$N_5$	$N_6$	$N_7$

图 4 细节检测模板

细节匹配算法采用极坐标下的点模式匹配算法。在极坐标系中进行细节匹配有很多的优点。指纹图像的非线性形变往往呈放射状,在某个区域内的形变比较大,然后非线性地向外扩张,因而,在极坐标中能更好地描述非线性形变。另外,在极坐标系中,不需要考虑输入图像与模板图像的参照点之间的平移,因为输入图像与模板图像间的平移是固定的,也就是说另外一对对应点之间的平移与参照点之间的平移是一样的,这样,将另外一对对应点的坐标相对于参照点转换为极坐标时,平移就被抵消掉了。而且,在极坐标系中比在直角坐标系中更便于处理两幅图像间的旋转。因而,在极坐标系中做细节匹配是一种较好的选择。

## 6 结束语

本文详细介绍了自动指纹考勤管理系统的原理和软硬件设计方法。基于上述方法设计的系统已成功获得应用。从实际应用情况看,指纹考勤系统与其他类型的考勤系统相比是有一定竞争力的。

## 参考文献

- 1 D. C. D. Hung, Enhancement and Feature Purification of Fingerprint Images, Pattern Recognition, Vol 26, No. 11, pp. 1661 - 1671, 1993.
- 2 Anil Jain, Lin Hong and Ruud Bolle, On - Line Fingerprint Verification, IEEE Trans. on Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol. 19, No. 4, April, 1997.
- 3 Matthew Bortniker & John Carnell, 郝启堂译, Oracle 8i 应用高级编程,清华大学出版社,2002.