

计算机指纹自动识别技术的现状

李吉桂 桑梓勤 李冠英

(华南师范大学计算机科学系 广州 510631)

摘要

本文扼要地介绍了国内外计算机指纹自动识别技术的现状. 根据作者们进行课题研究的体会, 指出国内在建立、应用计算机指纹自动识别系统时, 应着重解决的几个主要问题.

关键词: 计算机; 指纹; 自动识别; 特征抽取; 比对

中图法分类号: TP391.41

0 前言

计算机指纹自动识别系统 (Computer Automated Fingerprint Identification System, CAFIS) 是个人身份同一认定的重要手段. 计算机技术的进步, 图像处理与模式识别方法的发展, 使 CAFIS 的性能日臻完善. 指纹处理经历了人工处理、半自动化处理和自动化处理等 3 个发展阶段, 美国于 1963 年首先开展有关软件的研究, 随后 (1975) 日本也开始这方面工作, 我国开展得较慢 (约于 1981 年开始). 1975 年美国推出第一个商业系统 Printrak250, 而日本的 NECAFIS 于 1982 年才投入使用. 近年来, 国内也相继推出了自动化程度较高的系统. 计算机指纹自动识别系统的一般流程如图 1 所示^[2,3]

如图所示, 其核心技术主要由以下 4 个方面组成:

- (1) 指纹图像的自动输入;
- (2) 指纹图像的预处理;
- (3) 指纹图像的特征抽取;
- (4) 指纹图像的比对.

以下结合我们的研究工作, 对上述 4 方面进行简要的介绍.

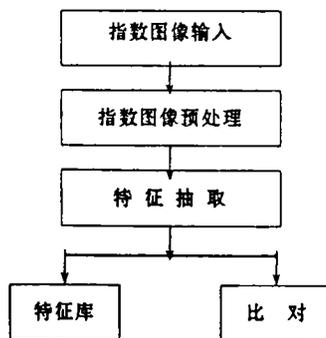


图 1 指纹自动识别系统流程图

收稿日期: 1992-05-31.

• 本文得到广东省八五重点课题的支持

1 指纹图像的自动输入

指纹图像的自动输入主要有以下两种方式:

1.1 指纹卡(图像)的读入(A/D 转换)

目前主要使用摄像输入和扫描输入两种方式,且大多数系统是兼而有之.摄像输入的特点是指位分割简便,设备成本较低,但受照明光线,位置的影响较大.扫描仪输入的指位分割较为复杂,且设备较贵,但受照明光线和定位的影响较小,一致性较高.

1.2 指纹的实时录入(自动采集)

指纹的实时录入是实现指纹自动识别的关键技术之一,目前讨论较多,国内有些单位已开始研究.实时录入技术的水平影响“系统转换”(人工系统向自动化系统转换)和用户信心.更与“人工干预”(指人工修正、标定……等)的程度密切相关.国外主要使用以下3种方式:^[4]

- ①全反射方式;
- ②光路分离方式;
- ③全息照相方式.

全反射方式的工作原理如图2所示,它具有操作简便和耐用等优点.但会发生扭曲和易受手指表面状态和残留指纹的影响.为了克服这些缺点,使用透明的弹性薄膜做棱镜,使手指的表面与反射面的接触良好.

有关“光路分离”和“全息照相”等方式,限于篇幅,这里从略

2 指纹图像的预处理

对输入计算机的已数字化的指纹图像,要进行图像增强、平滑、二值化、细化、修饰等处理.常统称这些处理为“预处理”.图形处理方法用于指纹预处理,近年来已出现了一些较为成熟的方法^[2~5].其共同特点是考虑了如下一些因素:

- (1)指纹是由间隔均匀、整齐的隆起线构成;
- (2)不能改变其连通性,否则会产生假的特征点;
- (3)根据捺印质量,特别是当现场指纹的质量较差时,必要时可以“人工干预”.

近年来已出现使用“数学形态学方法”^[6]进行预处理的系统,并且法国已开发出商用系统.

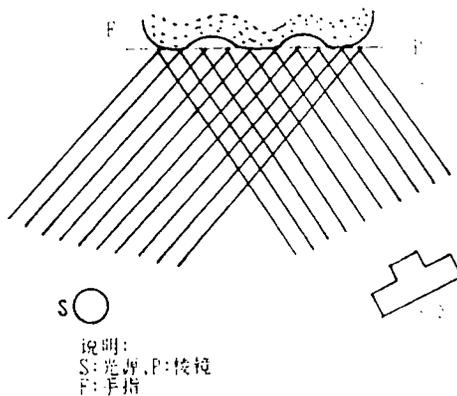


图2 全反射方式原理图

3 指纹图象的特征抽取

指纹图像的特征,常分为与纹型相关的特征(如中心,三角,……等)和细节特征(如端点、分叉,……等).日本的 NEC 系统还提取所谓“相关码”和隆起线的“方向角”等特征^[4].特征抽取的方法可参阅[2]—[6].由于特征抽取是 CAFIS 的关键技术,出于商业方面的原因,有关文献都对细节避而不谈.在实际系统中常设有人机交互环节,在自动处理达不到要求时,给用户进行选择,甚至可以人工输入一些特征点(常用鼠标器操作),再让机器进行自动化处理.根据对一些商用系统的考察,将存档的指纹卡输入系统时,不符合要求的捺印指纹,多数在特征抽取这一环节卡住.极大地影响用户对 CAFIS 的接受程度.目前各个系统对每个指纹抽取的特征点数差别较大.例如美国的系统是姆指、食、中、无名指抽取 150 个特征点.小指取 80 个特征点.日本是平均抽取 80 个特征点.对于现场指纹(残缺不全),多数文献认为至少应有 12 个特征点才能进行比对识别.

4 指纹图像的比对

指纹图像的比对算法,目前流行的主要是基于相似度的比对算法.其中有代表性的是“分区法”(用于残缺指纹)和使用“相关码”和“方向角”的“两阶段法”^[4].对于比对算法,常用如下一些特性进行测评:

- ①对指纹变形的鲁棒性;
- ②对时间的复杂性;
- ③对残缺指纹的适应性.

目前常见的商用系统主要提供以下一些比对功能:

①多指比对.多指比对时,将指位、纹型的组合与库存的指纹比较,找出相同的组合,再逐次进行单指比对,根据得分输出结果.

②单指比对.这是比对算法的基础,一般采用“打分法”评判比对结果.即相似度越高得分越高,按得分顺序输出候选队列.

③现场指纹比对.通过交互作用可以进行人工干预,例如输入中心、三角等等.还可以由人工选定“分区”,进行“分区比对”和“纹型走势”比对等等.

④图像比对.即将需要进一步识别的指纹与库存指纹.在屏幕上重叠起来,让专业人员进行更细致的比对.

鉴于缺乏统一标准,目前尚难于给出比对算法的定量评价指标.

5 其它有关技术问题

以上介绍了 CAFIS 的主要处理技术.作为一个实用的系统,还需解决“人机界面”,“存储管理”、“系统维护”和“硬件配置”等问题.

就硬件配置而言,CAFIS 已从中、小型机系统演变为中、小型机系统、超级微机系统、图形

工作站系统、高档 486 个人计算机系统等档次的系统并存的状况。其输入方式已由单一的摄像输入方式发展为多种方式并存的输入子系统。对于系统软件(开发工具),就国内而言,主要结合工作站的 UNIX 操作系统而使用 C 语言,并且已出现了将 DOS 和 UNIX 结合起来的方案。为了改善人机界面而使用了窗口技术。与人机界面有关的问题还有汉字的使用。常见的是使用通用的汉字系统。也有为了提高速度和节省空间,而专门设计一个汉字子系统的做法。

目前大部分系统是将指纹图像数据和特征数据分开两个库来管理。为了减少冗余和提高速度,有的系统还设置了暂存指纹库,存贮仍未确定身份的现场指纹。在存贮管理中,困难的是数据压缩。据资料介绍,美国的系统已达到 26:1 的水平。诚然,图象压缩还要考虑图象恢复时的时间开销和保真度。目前,由于大容量硬盘和光盘的出现,图像压缩的要求已显著降低。为了提高速度,多数系统使用了图形加速器。

6 今后的主要课题

CAFIS 已走向实用阶段。由于经济发展和硬件成本的下降,国内已出现了较多的实用系统。主要用于公安刑事部门。为了使 CAFIS 适合我们的国情,真正发挥效能,我们认为还应着重解决以下一些主要课题:

(1)对于管理部门,应吸取历史教训,加强宏观管理,在制订好硬件、软件接口标准的基础上,花大力气制订好特征抽取和质量测评的标准。

(2)加强刑侦人员(指纹鉴别专家)、计算机专家和图像识别专家的交流合作,是系统开发的关键,也是系统转换和系统实际运行阶段的重要内容。

(3)掌握好“人工干预”和自动化”的“度”(哲学范畴)“人工干预”多,不仅降低“自动化”的程度,而且也降低了系统的客观性,进而降低其准确性;另一方面,片面追求自动化程度,而降低特征抽取的准确性,也会使指纹库的可信度降低。这是前几年国内一些半自动化系统的教训之一。因此,应充分发挥指纹专家的作用,加强操作人员的管理。在一个“可接受”的速度的基础上,在具有保证“人工干预”的准确性的管理体制的前提下,必要时应进行人工干预。有些系统通常在特征抽取环节设置一阈值,低于这一阈值时,就进行“人机交互”,人工干预后,再决定是否存入指纹库中。

(4)开发分布式系统,加强各地区的 CAFIS 的联网,无论在经济上还是技术上(刑侦技术和系统建造技术)都是当务之急。刑事侦破的时效性是不言而喻的。解决现代时空概念和系统容量的矛盾的方法之一是实行联网和分布式处理。

(5)处理好历史档案(指纹卡)入库的同时,应加强“实时录入”设备的研究、主要是提高精度和降低成本。

(6)推广专项技术的应用。“掌纹锁”、“指纹锁”等个人身份识别的保安技术,在国外重要场合已成为首选的技术。

参考文献

- 1 刘少聪.新指纹学.安徽人民出版社,1984
- 2 李展雄.一个微机自动指纹识别系统的研究.硕士论文,华南师范大学计算机系,1993
- 3 林振家.指纹图像处理方法的研究.硕士论文,华南师范大学计算机系,1993
- 4 笹川等.个人确认用指纹照合技术の現状と动向.システム/制御/情報,1991,35(7):383~389
- 5 河越正弘.指纹自动识别技术.计測と制御,1986,25(8):701~705
- 6 唐常青,黄铮.数学形态学方法及其应用 科学出版社,1990

RECENT ADVANCES IN COMPUTER AUTOMATIC FINGERPRINT IDENTIFICATION TECHNOLOGY

Li Jigui Sang Ziqin Li Guanying

(Dept. of Computer Science, South China Normal University, Guanzhou, 510631 PRC)

Abstract

In this paper, recent advances in computer automatic fingerprint identification technology is briefly described. According to this study, several problems must be solved in building and using CAFIS.

Key words: computer; fingerprint; automatic identification; extraction of features; compare