

人机合一模式在重叠指纹分离比对中的应用

曹略耕

(徐州市公安局, 江苏·徐州 221008)

内容摘要: 重叠指纹在刑事侦查中广泛存在, 能否精准识别指纹特征点并据此实现对重叠指纹分离比对往往会主导刑侦方向。当前重叠指纹分离仍主要依赖于人工操作, 且特征分离程度及比对成功率较低。本文系统分析实践中重叠指纹分离及其比对存在的不足, 并以计算机分离重叠指纹方法中的分类分区处理方法为基础, 构建人机合一模式实现对重叠指纹进行精准高效的分离和比对, 以提升重叠指纹分离比对的实战化效能。

关键词: 重叠指纹; 分离比对; 人机合一; 特征识别; 指纹库建设

中图分类号: D918.92 文献标识码: A 文章编号: 1672—6057 (2020) 05—124—05

重叠指纹分离比对核心是对特征点的识别与认定, 其方法主要分为人工、机器和人机合一“三种”模式。单纯的人工分离重叠指纹模式因耗时耗力的弊端已近乎淘汰。机器分离重叠指纹方法虽可极大地释放警力资源, 但存在无法精准识别等问题导致无法满足实战需要。而以分类分区处理方法的人工合一模式的效能最佳^①, 在智能化和实战化应用程度具有明显的应用优势。

一、当前重叠指纹分离比对存在的不足

重叠指纹在现场勘查中普遍存在, 但是对于重叠指纹分离和比对在实践中存在诸多不足。各地所开发的指纹系统在重叠指纹的特征点识别方面的效果并不显著, 现场的所显现的重叠指纹无法得到精准分离, 而且极易出现特征点分离错误带来的案件侦办方向偏差。各地依靠指纹专家工作经验大致可实现对重叠指纹的初步分离, 但若实现指纹比对精准比对还需要有全国一体化的指纹数据库支撑。而在实践中, 指纹库大多是省级公安机关自行建设, 指纹数据库孤岛现象突出, 给现场重叠指纹的比对造成了极大的障碍。

(一) 指纹重视程度弱, 未重叠特征遗漏

随着电信网络诈骗案件的持续增加, 电子物证取证受到极大的重视, 相比之下, 传统盗抢骗案件受治安环境的改善逐年递减, 重大疑难案件

更是少之又少, 且重叠指纹分离比对难度较大, 致使重叠指纹分离比对的受重视程度呈边缘化趋势。同时, 专业指纹人才缺乏, 培训晋升、表彰奖励等保障机制不健全, 通过未重叠指纹特征串并案件、带破案件的程度较低, 未重叠特征点和伪特征在分离比对中的应用范围和水平明显不足, 实战化应用效能有待提升。

(二) 特征点识别不力, 指纹分离效果差

重叠指纹分离比对的关键在于识别出指纹特征区域和特征点, 而在信息化时代, 指纹特征点的识别高度依赖于深度学习算法的支撑。由于开发深度学习算法需要大量的技术、人才和经费, 使得针对重叠指纹特征点识别算法的规划长期处于搁置状态。现有指纹分离技术在重叠指纹特征点识别方面力量明显较弱, 尤其是在重叠指纹之间的纹线夹角较小的情况下, 指纹特征点很难得到有效识别并分离, 即便是得到了分离, 分离效果较差, 无法达到下一阶段指纹分析比对的要求。

(三) 指纹库“孤岛”突出, 重叠指纹比对效率低

当前指纹库的一体化建设存在一定不足, 指纹库“孤岛”现象较为突出, 很多地区的指纹比对仅限于本地、本部门, 对于其他地区已采集的有效指纹素材无访问权限或是格式不匹配无法

收稿日期: 2020-07-17

作者简介: 曹略耕, 男, 徐州市公安局云龙分局刑警大队民警, 从事刑事现场侦查工作。

① 冯清枝, 高俊峰. 异色重叠指纹剥离方法的研究 [J]. 广东公安科技, 2010, 18 (03): 27-29.

打开，这不仅使花大力气分离的重叠指纹无对比素材，而且也极大地影响了指纹的同一认定及案件侦破。实践中，对重叠指纹和指纹库素材进行同一认定的方法较为单一，过分执着于标准的特征点类型和数量，忽视其他特征在重叠指纹分离比对过程中的导向线索作用，尤其是在分离后的指纹残缺不全或是特征点较少的情况下更是难以开展分析比对操作。

二、人机合一模式在重叠指纹分离比对中的应用优势

针对公安实践中在现场重叠指纹分离比对中存在的不足，本文构建以分类分区处理方法为基础的人机合一模式进行重叠指纹的分离和比对工作。以分类分区处理方法为基础的人机合一模式的核心在于通过引入深度学习算法实现对重叠特征点的精准识别，建立健全全国一体指纹数据库及案件现场指纹库，同时指纹技术人员适时介入，进而提高重叠指纹比对成功率，并实现对流窜作案案件的串并以及命案积案的带破。

（一）健全长效责任制，提高打击力度

以分类分区处理方法为基础的人机合一分离比对重叠指纹模式更能提高指纹打击实战强度，满足实际工作对刑侦打击速度和打击精度的需要，为侦查提供精准发力方向，进而形成高效的社会面防控体系。借助于系统日志采集技术，强化系统对重叠指纹分离比对的监控及记录，对于未成功分离比对的重叠指纹进行归档，及时录入现场指纹库，以备后续案件倒查及外地协查需要，强化责任机制，以进一步提升重叠指纹分离比对实战性。

（二）完善大统战布局，提高案件串并率

构建以分类分区处理方法为基础的人机合一模式需要完善全国现场指纹入库格局，增强各部门、各地区现场提取的指纹资源共享，减少重复建设带来的资源浪费，提高互联互通深度和力度，强化现场提取指纹的入库存档，打造全国性指纹库大统战格局。在人机合一分离比对重叠指纹模式的推动下，指纹库权限将有效下放到一线实战部门，避免因审批权限问题贻误战机。同

时，通过完善指纹库布局进一步强化各地、各部门的现场指纹串联比对，以现场重叠指纹为对象，发现案件之间的潜在联系，为重叠指纹分离比对提供线索，实效有效分离，提升案件串并率，合成侦查作战力量实施有效打击。

（三）打通全国数据库，提升系统实战性

当前，各地均建有属于本区域的指纹资源库，但尚未形成全国性统一的指纹资源数据库，且各地指纹资源库的平台融合程度较低，指纹入库标准不同，指纹人员编号及指纹质量倒查入库等方面有较大差异，这极大地限制了重叠指纹分离后的比对效果。构建全国性指纹数据库及现场指纹库，破除指纹数据“壁垒”，打通各地指纹数据信息，顺应“大刑侦”体系改革发展趋势，一方面可从数据库资源共享发力，另一方面可从提升数据库特征分析及提取能力入手，在允许各地自主建设的同时加强顶层设计，规范指纹入库标准，强化指纹检视、查重、倒查等操作，对指纹流向、特征部位、特征点定质定量，避免“看面子式”指纹入库。规范指纹入库流程及标准^①，不仅要重视指纹系统自动生成标注的特征点，而且也重视后台人工审查，同步推进，双向发力，确保指纹库内指纹特征点符合比对条件要求。同时，对于在实践中已高效运转并使用的指纹数据库，应加强数据库平台对接及数据格式转化，融合各地指纹数据库，避免重复建设造成浪费。

三、人机合一模式在建立和完善分离比对重叠指纹系统的探索

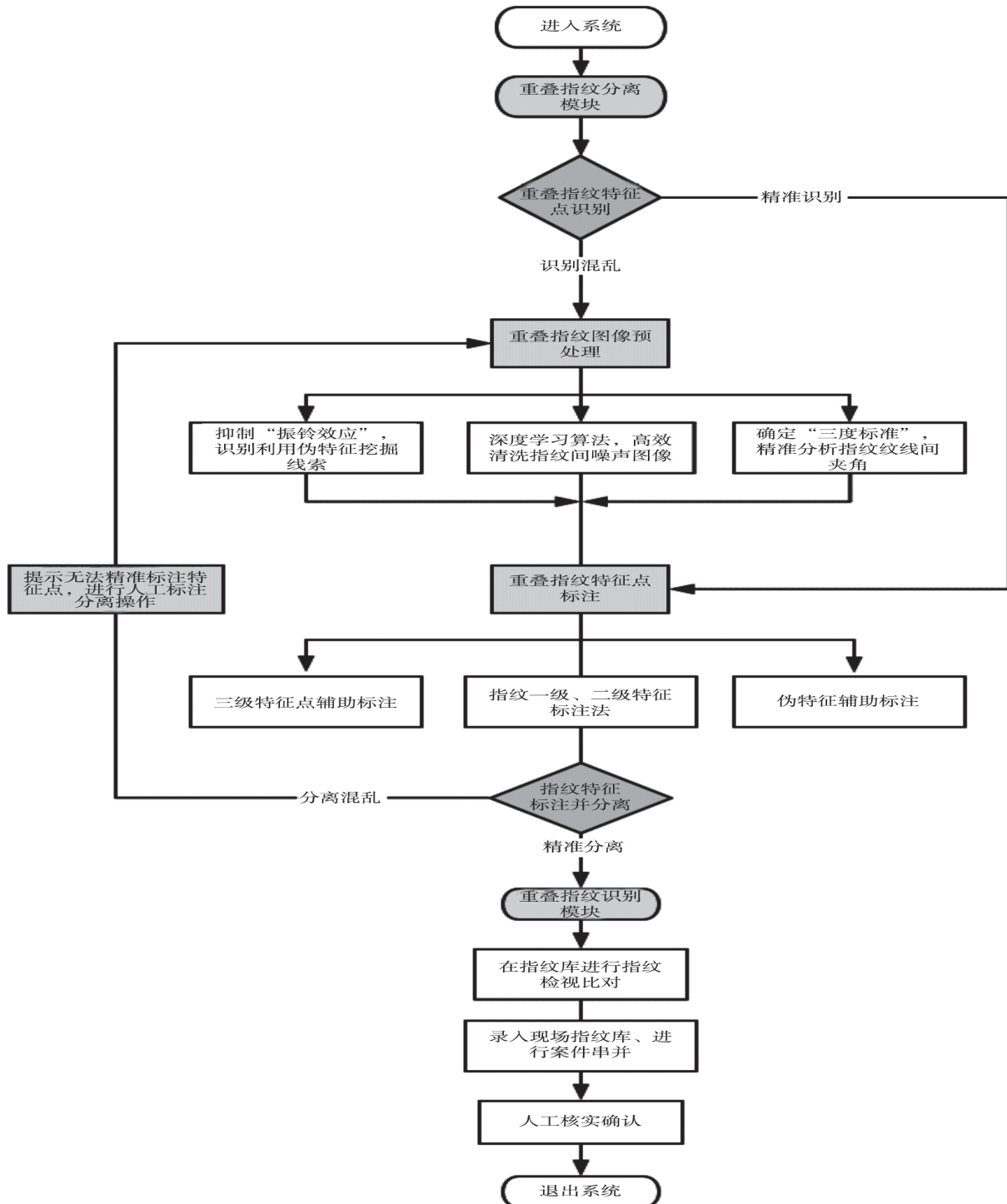
以分类分区处理方法为基础的人机合一分离比对重叠指纹主要分为两个模块，一是重叠指纹分离模块，二是重叠指纹比对模块，而指纹技术人员则参与到重叠指纹分离比对的各个环节。分离模块是进行指纹比对的前提和基础，比对模块是分离重叠指纹的最终目的。构建指纹分离模块主要是对指纹本身的处理，借助深度学习算法精准识别并分离指纹；构建指纹比对模块主要从数据库建设方面发力，以提高实战性为统领。

（一）人机合一分离比对重叠指纹系统结构

^① 郭卫平. 对指纹自动识别系统运行机制的几点思考 [J]. 浙江警察学院学报, 2006 (04): 104-106.

指纹比对系统首先会分析重叠指纹特征信息,在能实现精准识别的情况下直接进入特征标注阶段,在无法实现特征识别的情况下对重叠指纹图像进行预处理,通过预处理实现指纹特征的“清晰化”,此时,如若能够精准标注特征信息并成功分离则进入指纹库进行检视比对,如若不

能精准分离则由指纹技术人员进行人工参与分离比对。通过以分类分区处理方法为基础的人机合一实现对重叠指纹特征点的精准识别、标注、分离、比对,既缓解了专业指纹技术人员匮乏的压力,又在一定程度上提高重叠指纹分离比对的实战化效能。



（二）人机合一分离比对重叠指纹模式发展路径

1. 引进三级特征点，完善指纹特征多级认定

指纹一级特征用于认定指纹类型，指纹二级特征用于指纹同一认定，这两级特征均需要足够的特征区域和特征点支撑，但在现场条件较差和指纹残缺不全的情况下很难提取到足够的指纹特征，限制了重叠指纹比对的实战性。除以上两级特征外，实践中常常通过对指纹三级特征的分析比对来为侦查提供线索和方向，重叠指纹的三级特征点是指指纹纹线流向、乳突花纹的流向、细点及皱纹等特征点。重叠指纹分离比对系统可从构建三级特征点比对模块入手^①，对于特征点较少、难以对指纹进行同一认定的重叠指纹可以进入三级特征点分析比对模块，筛选出相似度较高的指纹，进入人工模式再次比对分析，通过系统对重叠指纹的多级比对分析，最大程度发现指纹的特征点，提升现场重叠指纹分离比对的效率及精准度。

2. 推广标注系统化，提高指纹特征比对效能

以分类分区处理方法为基础的人机合一模式虽在一定程度上更强调重叠指纹系统自动的分离和比对，但这并不是说明技术人员充当的是“客服”的角色。作为指纹系统的机器标注，其不可避免会出现偏差，因此对于大案要案现场的复杂重叠指纹还需要人工的参与特征标注、分离比对。在构建人机合一模式分离比对重叠指纹时，应将系统标注特征点的代码原理进行“翻译”，将系统模型在分析识别标注特征点的原理特点推广到各地公安机关刑侦部门，提高人工标准特征点与系统模型标注法的匹配度，进而提升人工标准的现场指纹在指纹库中比对的实战化效能。

3. 强化特征点识别，提升指纹分离度

相较于传统的重叠指纹分离，以分类分区处理方法为基础的人机合一模式在指纹特征点识别

标注方面具有更高的效率。人机合一模式突破传统指纹同一认定中的固化思维，构建多级指纹特征区域和特征点识别模块，强化指纹特征区域识别，充分利用所提取重叠指纹非重叠区域的指向作用，同时，人机合一模式方法在标准特征点时会根据特征点的清晰度、异常性等方面划分特征等级，并依据所标注的重叠指纹特征等级分级分类输出指纹库及现场库的疑似指纹，有效应对现场提取的重叠指纹纹线夹角小、指纹特征点缺损严重等实践难题，切实提升重叠指纹分离程度及质量。

4. 深化图像预处理，增强细节特征提取

对于重叠指纹的分离，其关键在于对重叠指纹自身的分析处理，这离不开深度学习算法的支撑。借助于深度学习算法搭建的重叠指纹分离模块以对指纹图像的“清洗”为发力点^②，提取出细节特征点，识别出伪特征，为指纹识别提供良好的指纹素材。

（1）开发“深度学习”，高效清洗指纹间噪声图像

从一定意义上讲，重叠指纹可被视为“模糊”图像，对重叠指纹的分离就是对图像“噪声”部分的去除，因此开发针对重叠指纹预处理的深度学习算法对重叠指纹的分离具有重要作用^③。完善数据清洗算法，填充缺损值，提升去噪技术，增大信噪比，强化指纹特征点数据，弱化非指纹特征点数据，高效清洗重叠指纹噪声图像，识别标注出指纹特征及伪特征，进而提升重叠指纹的分离效率及质量。

（2）确定“三度标准”，精准分析指纹纹线间夹角

重叠指纹分离方法中以分类分区处理效果最佳，其根据指纹情况确定相应指纹模型，在依托指纹模型对重叠指纹进行分区分离处理后，系统应能自主确定并准确调整重叠指纹分离“三度”标准，即重叠指纹之间的分离角度、分离度和对比度，确保分离后的指纹具备清晰的特征点和指纹流向。影响指纹分离效果的一个重要因素是指

① 潘自勤. 指纹三级特征在指纹鉴定中的价值 [J]. 刑事技术, 2014 (04): 45-47.

② 杨静. 重叠指纹识别软件研究 [J]. 数字技术与应用, 2016 (01): 118.

③ 韩柯, 李孝君, 王学莉. 基于图像插值的指纹图像增强方法 [J]. 刑事技术, 2019, 44 (02): 122-125.

纹线夹角^①，纹线夹角越小，对系统性能的精准度要求越高。因此，在构建以分类分区处理方法为基础的人机合一分离比对重叠指纹模式时应强化对指纹纹线分析、特征点提取标注等板块的智能化及精准度，以有效应对重叠指纹纹线夹角小的情形。

(3) 抑制“振铃效应”，识别利用伪特征挖掘线索

在对重叠指纹采取分类分区处理方式时，会出现由于指纹模型选取不当导致重叠指纹分离过程中出现高频信息丢失，重叠指纹图像严重受损

并难以修复的情形，即出现重叠指纹分离的“振铃效应”。重叠指纹分离比对系统应借助于深度学习算法开发不同重叠指纹的指纹模型，完善指纹分区划分设置，提高两者之间融合力度及精细程度，尽量避免此效应的发生。在匹配指纹模型进行中心点、三角点等特征点标注时，系统应准确分析指纹的伪特征，去除错误特征。分析出的伪特征并非一无是处，通过对其进行深度挖掘，可为指纹识别比对提供线索、指引方向，提高重叠指纹分离比对效率及准确度。

(责任编辑 刘 敏)

^① 张思尧，韦霄立，常柏年．计算机分离重叠指纹实验研究 [J]．刑事技术，2009 (02)：30-32.