

一种指纹图象的识别方法

肖庆涵 董晓雪 李兆玉
(清华大学)

摘 要

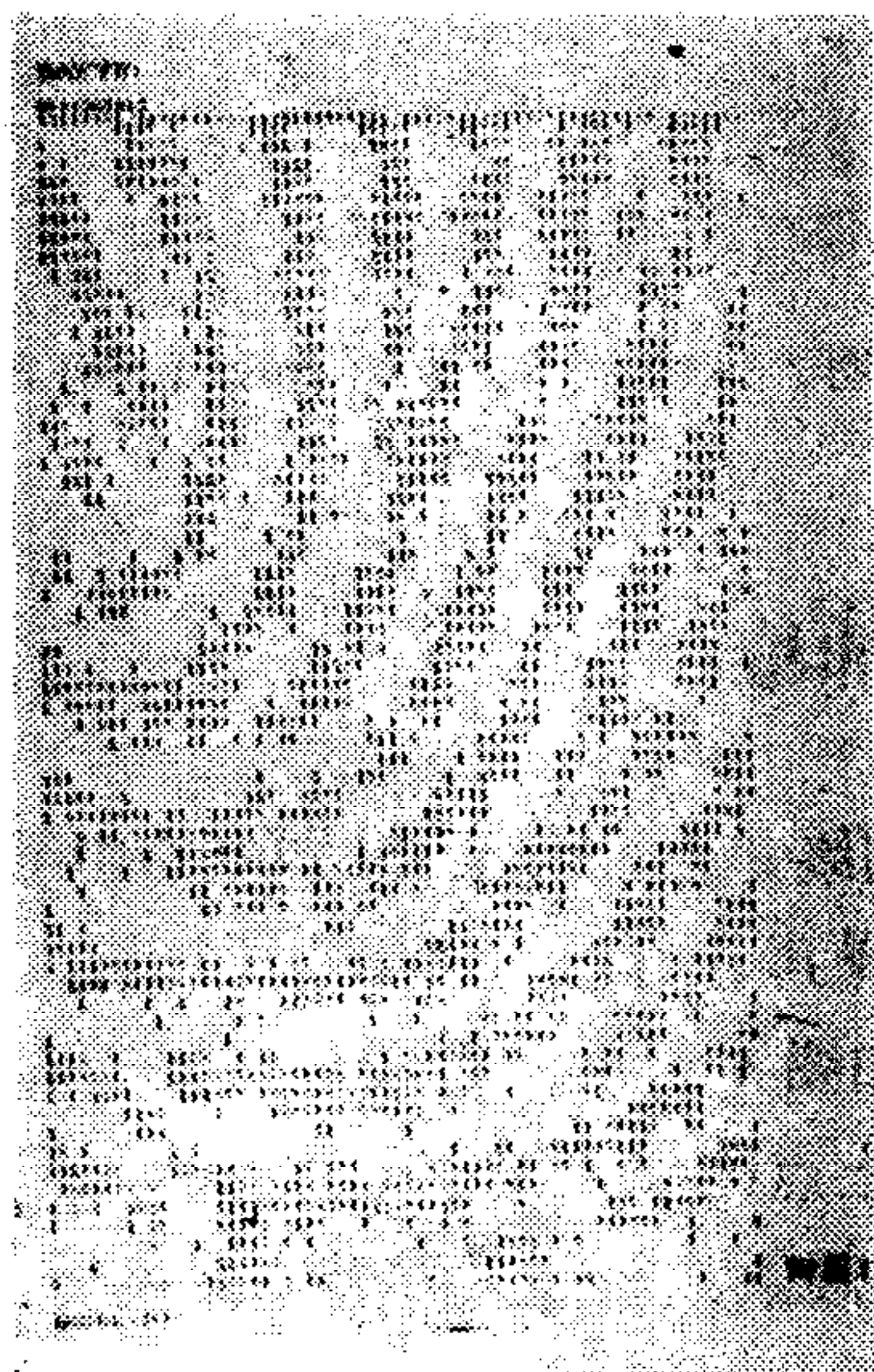
本文提出了一种指纹自动识别的方法,包括指纹数字图象的二值化、平滑化、细化、特征抽取及自动查对等,并给出在 DJS-130 机上的实验结果。实验证明,这个方法是可行的。

目前,随着模式识别和图象处理技术的发展,世界上许多人都对指纹的自动识别问题进行了大量研究,提出了许多识别方法。本方法大致分以下几个步骤:(一)指纹数字图象的预处理;(二)指纹的特征抽取;(三)分类、识别。

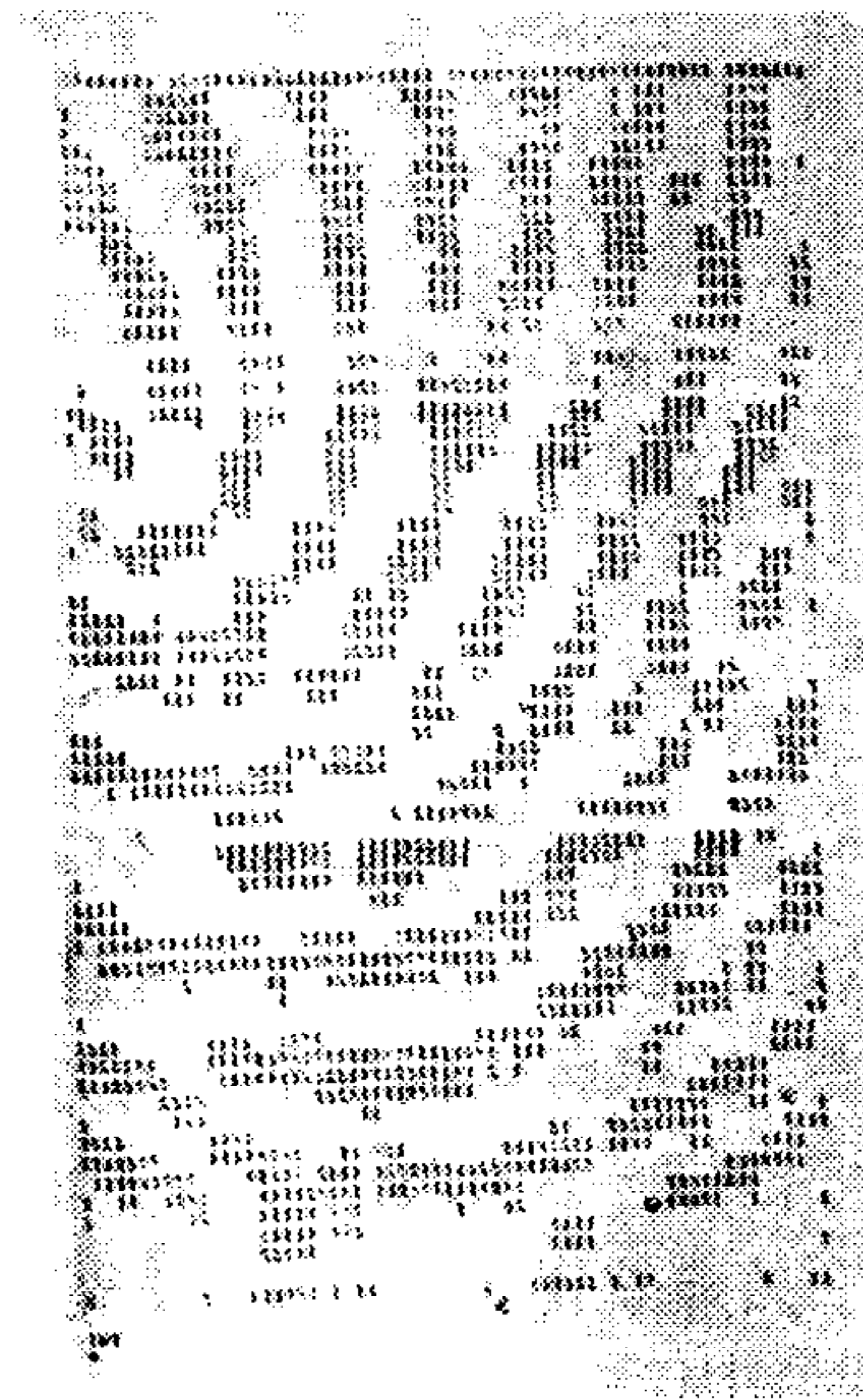
一、指纹数字图象的预处理

1. 指纹数字图象的二值化

先用拉普拉斯算子法对指纹图象进行处理,然后,将处理结果用平均值作阈值进行二值化。处理过程中方阵和拉普拉斯算子系数选多大由具体情况而定。对 256×256 点的图象所处理的局部指纹图见图 1(a)。此方法的优点是计算速度快,较多地保留了原图象的信息,但去噪声的能力较差。此外,对边缘平滑算法^[1]进行了改进,并用于指纹图象



(a)



(b)

图 1 数字指纹图象的二值化

的二值化。此方法去噪声能力强，但速度慢，对原始图象的质量要求较高。所处理的局部指纹图见图 1(b)。

2. 平滑化

图象二值化以后，由于图象存在边缘噪声或中间孔洞而导致细化失真，必须进行平滑化处理。根据 MALLESWARA 提出的平滑数字指纹图象的方法^[2]进行了改进，使其适用于 256 × 256 的指纹图象(见图 2)。

3. 细化

为了唯一地确定指纹的特征点，就必须进行细化，国内外提出了很多细化算法，但用于指纹都不理想。本文将 Deutsch 算法^[3]和细化文 [4] 的算法结合起来，得到了一种既尽可能多地保留原图象信息，去噪声能力又强，速度又快的算法。方法是首先使用一次 Deutsch 算法，尽可能地把指纹隆起线上一些不规则的边界点去掉，再使用文 [4] 的细化算法继续细化，结果较好(见图 3)。

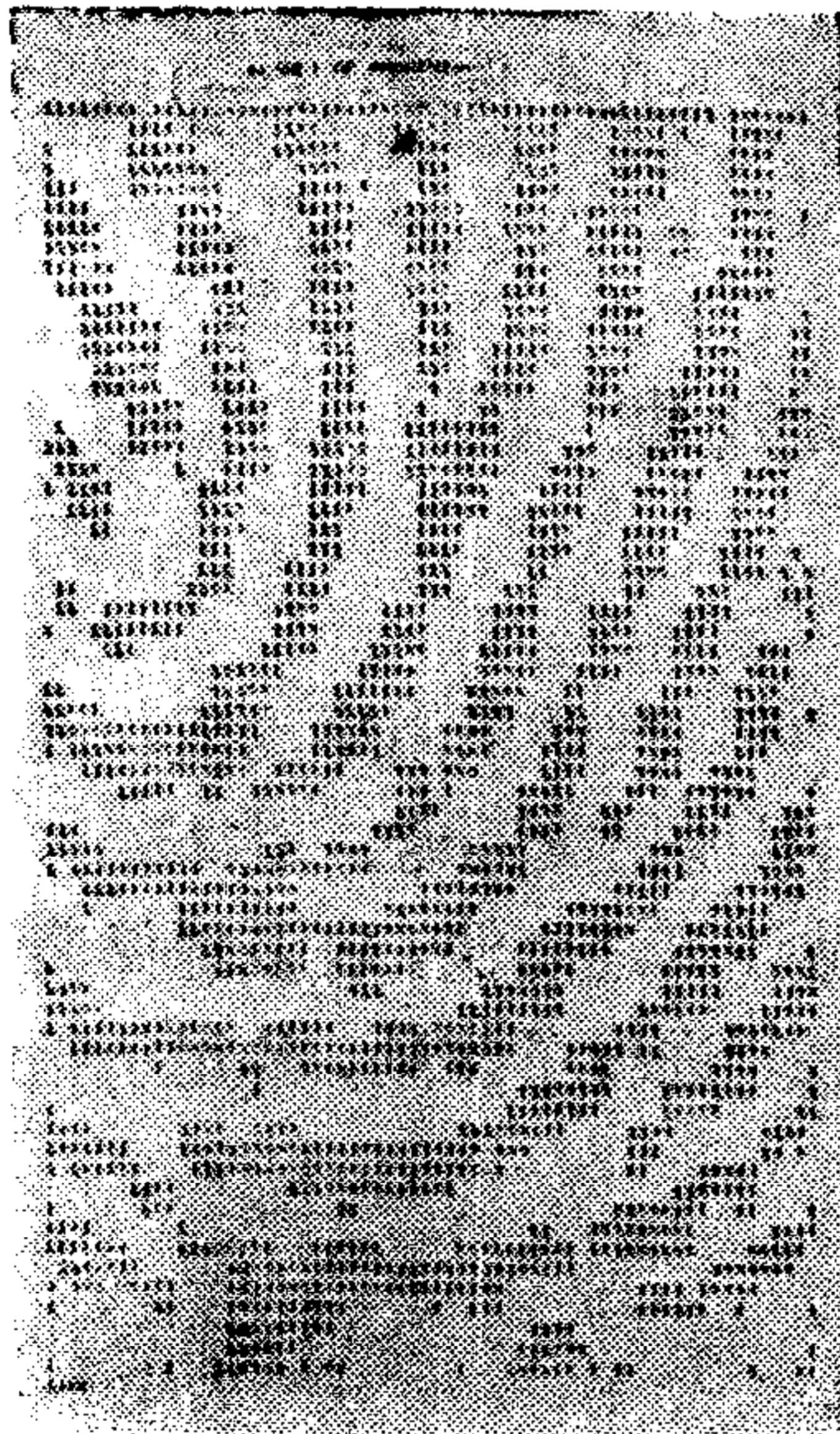


图 2 平滑化

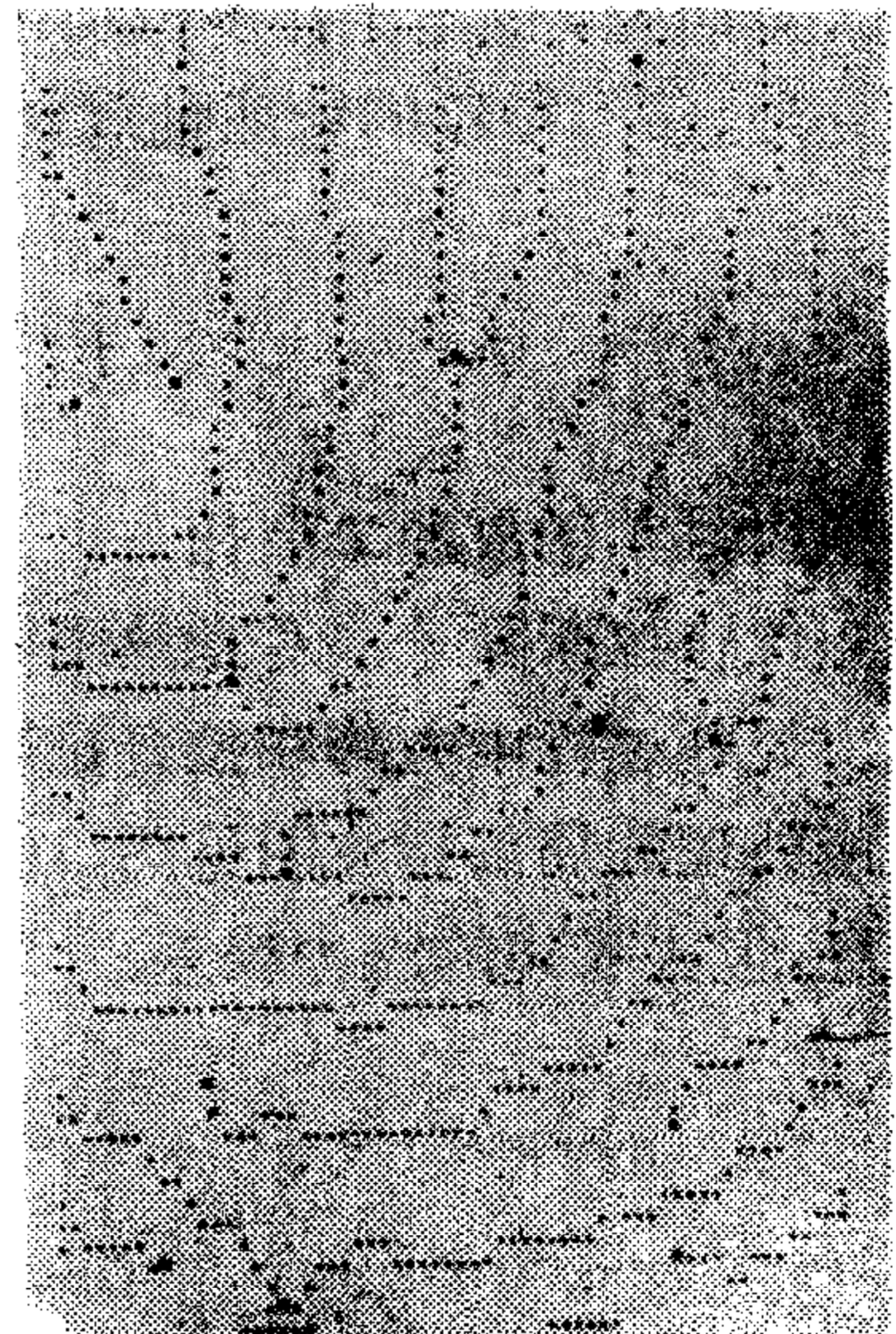


图 3 细化和特征抽取(有*处为特征点)

二、指纹的特征抽取

对于一幅细化后的指纹图，只抽取指纹隆起线的终止点和分叉点(包括合并点)作为特征点。但是考虑到前处理中不可避免地会出现一些噪声，因此还要区别一个端点是断点还是终止点。这里所给端点都是有方向的，方向定义如图 4 所示。在端点处按方向在 90° 扇区内进行扫描。若此端点是断点则弃去不用，是终止点则作为特征点保留。

对于分叉点来说，有些是因为噪声引起的，是一种假象。假分叉的特点是在分叉点附近的一定范围内，必存在指纹隆起线的终止点。

将断点和假分叉去掉，然后对终止点和真正的分叉点(见图 3)进行特征编码，就可以

进行自动查对了¹⁾。

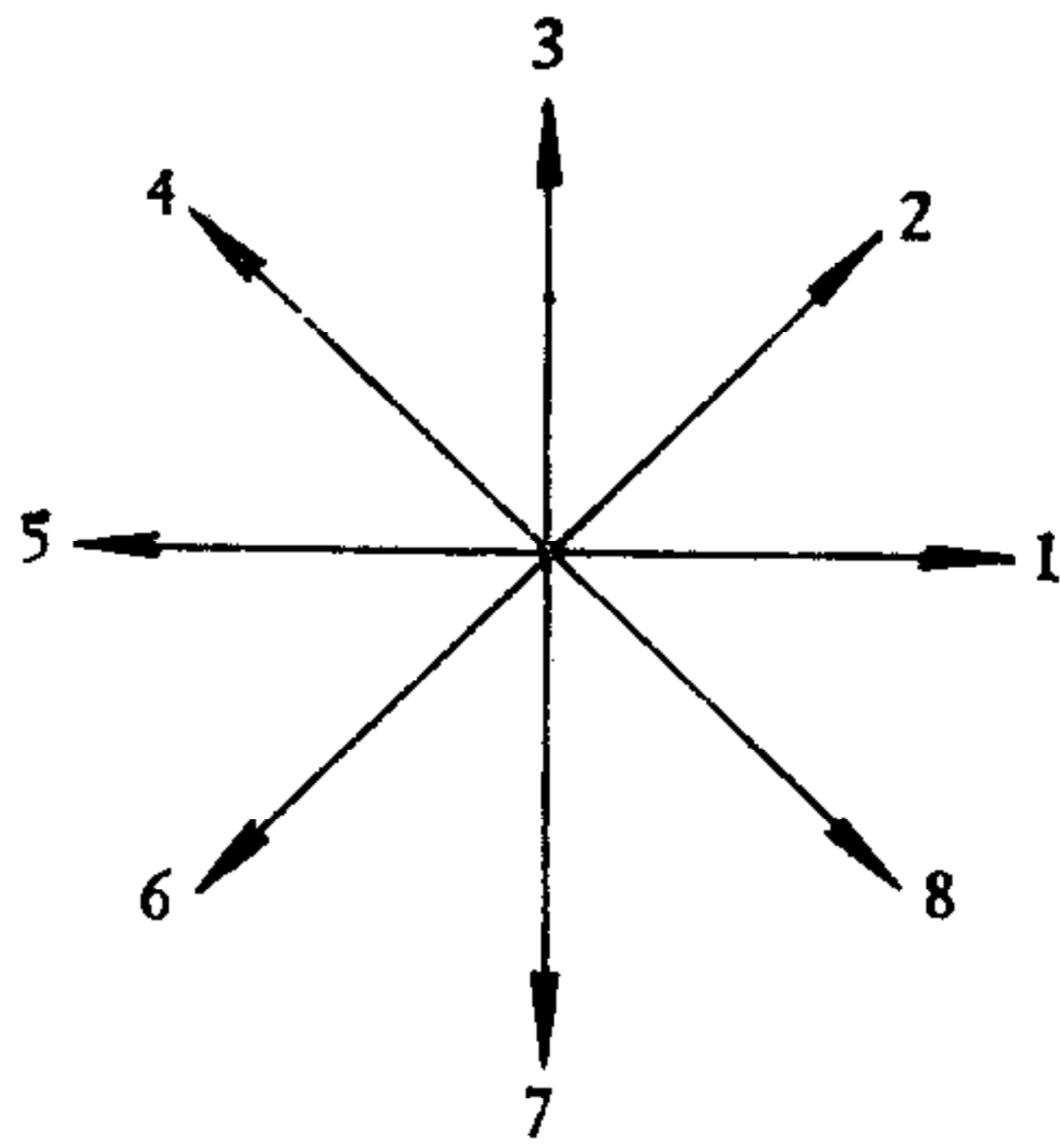


图 4

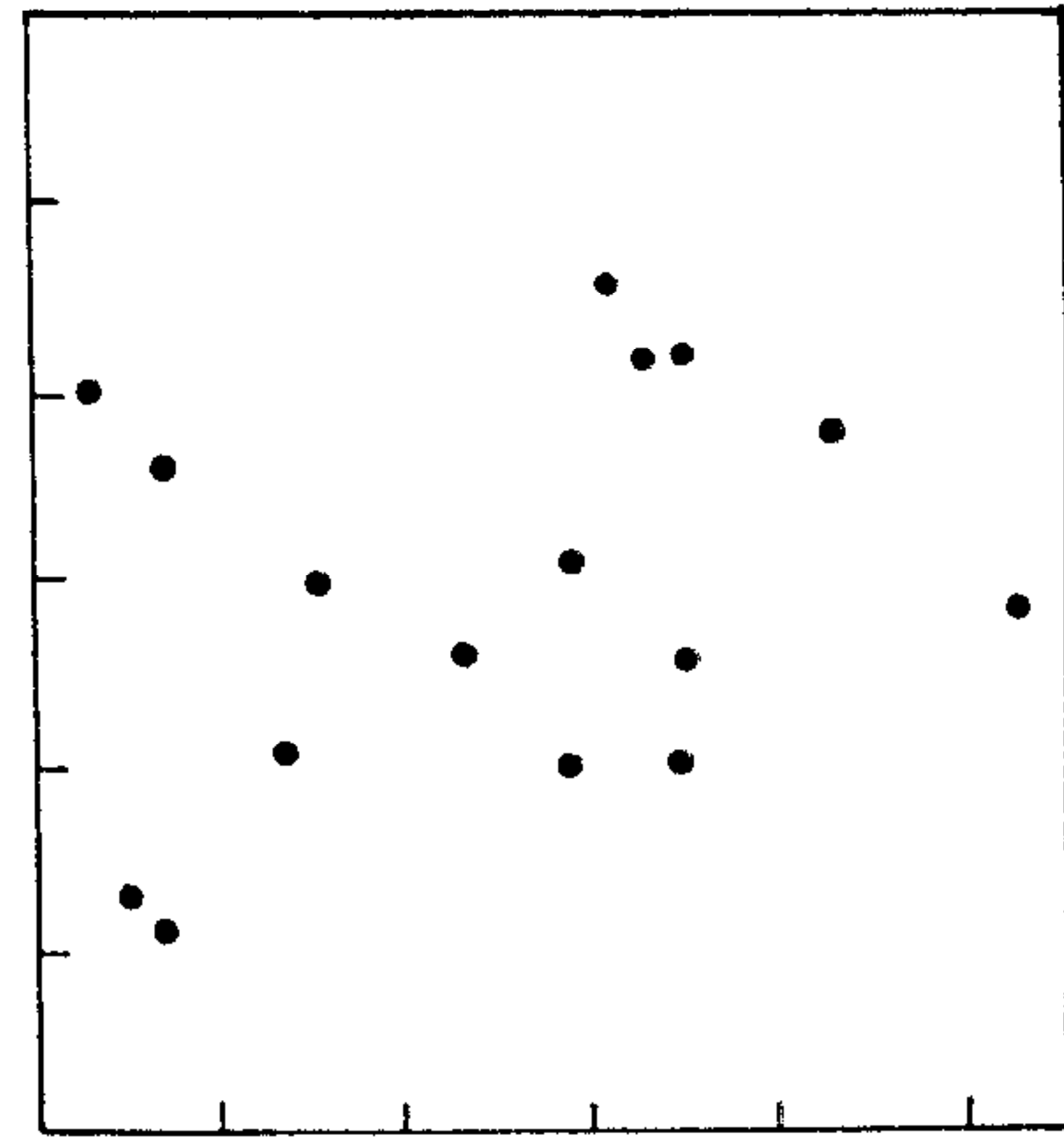


图 5

三、指纹自动查对

国外自动查对指纹的办法是利用指纹中心点和三角点的位置进行模式匹配。这就不仅要进行大量的附加运算来对正图象,而且在图象残缺不全或有一些位置、尺度变化及局部失真时,很难正确匹配。为解决上述问题,根据指纹图象处理的特点,将 Rosenfeld 处理离散运动图象的点图匹配松弛法^[5]做了适当修正,提出了一种新的以指纹细节特征相互位置为判别依据的自动查对方法。

在待查指纹录印特征点图 $\mathcal{P} = P_1, P_2, \dots, P_m$ 与档案录印特征点图 $\mathcal{Q} = Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ (一般 $m \leq n$) 匹配时,记 (P_i, Q_j) 为 P_i 映射成 Q_j 。令 P_h 和 Q_k 为除去 P_i 和 Q_j 外的任意的 P 和 Q 。用 $|\delta_{ij}(h, k)|$ 表示 P_i 映射成 Q_j 时 P_h 和 Q_k 间的欧氏距离。且令

$$\varphi(|\delta_{ij}(h, k)|) = \begin{cases} 1, & |\delta_{ij}(h, k)| \leq t. \\ \frac{1}{|\delta_{ij}(h, k)|^2}, & |\delta_{ij}(h, k)| > t. \end{cases} \quad (1)$$

其中阈值 $t(t \geq 1)$ 要大于指纹图象细化后的失真,且远小于指纹特征点间的平均距离。

在 P_i 映射到 Q_j 时,只希望使某一个 Q_k 与 P_h 相对应。但每一个 P_h 可能有若干个靠近它的 Q_k , 因此定义所有 P_h 对 (P_i, Q_j) 总支持的迭代公式为

$$S^{[r]}(P_i, Q_j) = \frac{1}{m-1} \sum_{h \neq i} \left\{ \max_{k \neq j} \left\{ \min \left[\varphi(|\delta_{ij}(h, k)|), S^{(r-1)}(P_h, Q_k) \right] \right\} \right\},$$

$$(h = 1, \dots, m; k = 1, \dots, n; r = 1, 2, 3, \dots). \quad (2)$$

其中

$$S^{[0]}(P_i, Q_j) = \frac{1}{m-1} \sum_{h \neq i} \left\{ \max_{k \neq j} \left[\varphi(|\delta_{ij}(h, k)|) \right] \right\}. \quad (3)$$

1) 本文未讨论分类问题。

用 (2) 式运算, 直到 $S^{[r]}$ 与 $S^{[r-1]}$ 最大值的差小于某一预定的数值时为止。不难看出

$S^{[r]}(P_i, Q_j)$ 是一个单调递减的非负数列。

利用上述算法, 选取指纹录印的分叉点作为细节特征, 用图 5 的数据作为 \mathcal{P} 和 \mathcal{Q} 文件进行实验。先作了平移实验, 然后将图象相对于原点扩大、缩小 10%, 使 \mathcal{P} 文件与 \mathcal{Q} 文件匹配。由于图象输入时总会有些旋转偏差, 因此作了 \mathcal{P} 文件旋转 5° 和 10° 的实验。另外还做了用局部特征点作为 \mathcal{P} 文件与 \mathcal{Q} 文件进行匹配的实验。这些实验说明, 完整指纹录印 (分叉点数在 20 个左右) 匹配分在 10 分以上 (完全匹配为 100 分), 局部指纹录印 (分叉点数在 10 个以下) 匹配分在 5 分以上时, 就要作为复查对象。在这个分数以上的指纹已为数不多, 可以用人工工作最后确认。

由专业人员提供了 30 张指纹录印作为样本集, 3 张作为考试集, 对上述查对方法进行了检验。查对结果如下:

待查 1 号 (图 6) 由现场指纹录印得到,

照片较模糊, 因此只抽出 5 个细节特征点。运算后有三张录印的匹配分在 5 分以上。根据本算法 $S^{[0]}(P_i, Q_j)$ 值越高, 表示 \mathcal{P} 文件与 \mathcal{Q} 文件中对应位置相同的特征点越多, 由此确认档案 1 号是查找对象。

待查 2 号 (图 6) 这张图较清晰, 不存在虚假细节特征, 因此很快就查出了档案 9 号。

待查 3 号的图象很模糊, 只抽出 6 个细节特征, 由于运算后的匹配分都在 5 分以下, 因此断定样本集中没有其档案。

上述实验结果由专业人员鉴定后证明结论都是正确的。

这一算法的不足是运算量较大, 在 DJS-130 计算机上每匹配一张指纹平均需要 10 分钟左右 (在 M-150 机上运算大约为 1 分钟)。因此, 当档案数量很大时, 查找速度无疑是个大问题; 另外当输入图象质量很差时, 需由人工复查确认的对象可能较多些。

如果分类再细一些, 并进一步提高运算速度, 那么在指纹自动识别中运用这种基于特征的查对方法是很有实用价值的。

参 考 文 献

- [1] Makoto Nagao and Takashi Matsuyama, Edge Preserving Smoothing. 第四届国际模式识别会议文集, (1978) pp. 518.
- [2] Malleswara Rao. Feature Extraction for Fingerprint Classification. Pattern Recognition Pergamon, Press, 8 (1976), pp. 181—192.
- [3] Deutsch. E. S., Thinning Algorithms on Rectangular, Hexagonal and Triangular Arrays, C. ACM, 15 No. 9. 827—837.

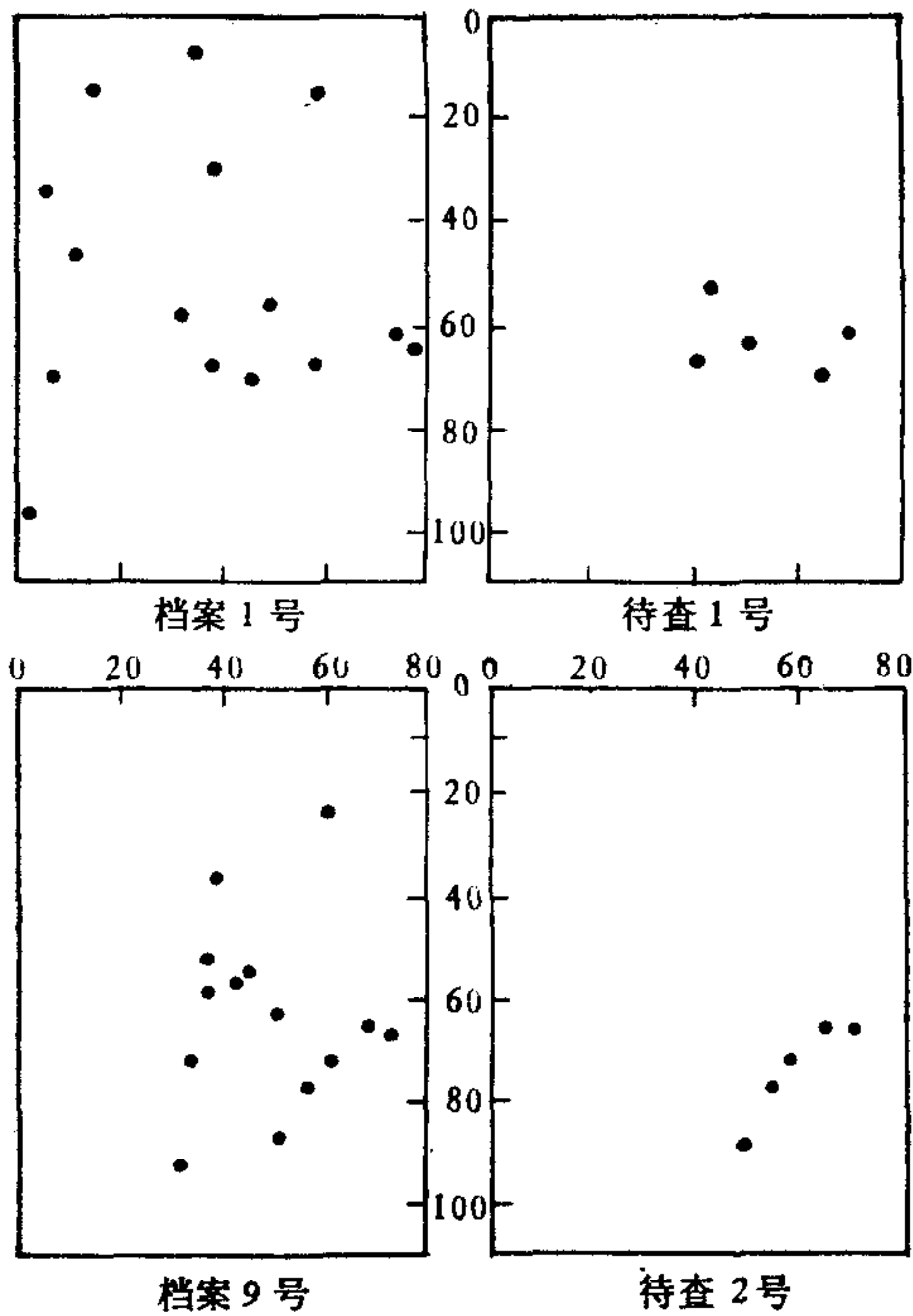


图 6 指纹录印

[4] 边肇祺,李兆玉,指纹图象的细化方法,沈阳模式识别会议论文集,1982.

[5] Sanjay Ranade, Rosenfeld. A. Point pattern Matching by Relaxation, Pattern Recognition. 12 (1980) PP. 269—275.

A RECOGNITION METHOD FOR FINGER PRINT

XIAO QINGHAN DONG XIAOXUE LI ZHAOYU

(Qinghua University)

ABSTRACT

A method for automatic recognition of fingerprint which includes digitizing, smoothing, thinning and feature extraction is proposed in this paper. Some experimental results implemented by minicomputer DJS-130 are also given. The results show that this method is feasible in practice.



“模式识别”

模式一词的含意是可被仿效的标本,也可以理解为一类东西的理想模型。这个类中的任一实例都是它的不尽完美的复制品。通过对许多实例的观察,进行归纳提炼,形成模式概念,即所谓的“学习”过程;以体现一个类的属性的模式为准则,用以衡量所给的样本,从而辨认出该样本是那一类的成员,则是“识别”过程。可见,模式识别与分类有关,但两者又不等同。后者只是要把所给的样本分配到一个指定的类,而前者还包括对足以辨认出该样本的那些特性的了解。

上述模式识别功能是人所共有的。人们每天都在运用它以达到认识世界的目的。计算机具有极高的运算速度和极大的存贮容量,能够进行复杂的数值计算,成为解决这类问题的一个有力工具。于是,如何使机器解决问题的能力扩大到非数值计算方面,去做一些原来认为只有依靠人的智能才可以完成的工作,自然成为人们进一步探索的目标。用计算机模拟人的感知功能,就是其中之一。这样,模式识别就作为一个引人注目的新学科而出现了。它的研究对象非常广泛,既包括识别器的设计和实现等工程问题,也涉及机器智能方面的一些理论问题。现阶段的模式识别技术,不仅能实现对输入样本的分类,而且能对它的结构进行分析和描述,其应用范围已遍及遥感、生物医学图象和信号的分析、工业产品的自动无伤检验、军事目标辨认、公安侦破、文字识别、语言理解、机器视觉等等。

(石青云)