

# 图像轮廓提取技术在 ATM 监控系统中的应用

刘 毓, 徐永安, 孙艳峰

(扬州大学信息工程学院, 扬州 225009)

**摘 要:** 针对 ATM 张贴告示以及改动键盘、出钞口、插卡口等犯罪情形, 采用改进的 Laplace 算子, 结合轮廓点色差别预处理、轮廓追踪、分区设定阈值图像处理技术, 提取出 ATM 监控图像的清晰轮廓。通过监控图像轮廓与样本轮廓对比以及相连监控图像轮廓的对比, 当相连监控图像轮廓差异大于设定值, 且与样本轮廓的吻合度低于设定值时, 及时向监控中心发出警报。该技术应用于实际 ATM 监控系统, 方便了值守人员的监控, 提高了 ATM 服务的安全性、可靠性。

**关键词:** 自动柜员机; 监控; 轮廓提取

## Application of Image Contour Extraction Technique in ATM Monitor System

LIU Yu, XU Yong-an, SUN Yan-feng

(College of Information Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009)

**【Abstract】** According to the crime of placarding notice and altering keyboard, cash exit, card entrance, combined with image preprocessing, contour tracing and different thresholds are used in subareas. Improved Laplace operator is used to extract the contour of ATM monitor image. The contour of ATM monitor image and template, consecutive contours are compared. When the difference of consecutive contour is more than given value and the same contour with template is less than given value, an alarm can be sent to monitor center in time. The practical ATM monitor system applies this technology. It is convenient to the watch. It improves the security and reliability of service.

**【Keywords】** ATM; monitor; contour extraction

自动柜员机(Automatic Teller Machine, ATM)诞生于 20 世纪 60 年代, 70 年代在美国得到广泛应用。我国于 20 世纪 80 年代末 90 年代初应用。据中国银联 2005 年统计<sup>[1]</sup>, 我国已成为世界上银行卡数量最多的国家, 全国银行卡总量已达 8.27 亿张, ATM 机 10 万多台。ATM 打破了时间、地点的限制, 分布于商业中心、超市、居民小区、机场等地方, 为广大用户提供了便捷的服务。近年来, 随着 ATM 的迅速发展, 针对 ATM 的犯罪活动日渐增多, 不法分子通过在 ATM 机上张贴告示, 在出钞口、插卡口、键盘安装特定装置等多种手段作案, 每年的损失在亿元以上。目前银行的监控系统大多集中在营业大厅<sup>[2]</sup>, 大量地点分散的 ATM 处于无人值守状态, 缺乏有效的监控措施。在现有的网络监控系统基础上, 利用计算机图像处理技术能够有效地识别犯罪分子在 ATM 上张贴告示以及对出钞口、插卡口、键盘等关键部位的改造。

### 1 系统组成

目前的 ATM 大都设置在银行营业网点, 这种穿墙式 ATM 户外操作, 易受沙尘、雨雾、污染等因素的侵害, 以及人为损坏, 且露天式服务, 客户没有安全感, 账户信息和密码易泄漏, 存在较大安全隐患。新型的 ATM 设计为全封闭的独立单元, 客户刷卡进入操作间, 操作间只容一人, 他人无法窥视或干扰, 新型 ATM 装有监控摄像机, 系统由微型摄像头、视频采集卡、微机和监控中心组成。为保护客户账户信息, 摄像机在客户操作期间停止工作, 客户操作完毕离开 ATM 后, 监控摄像机开始工作。

摄像机采集的视频信息用微机处理, 系统分析对比每次

操作前后的 ATM 图像轮廓, 并与微机存储的样本图像轮廓进行对比。如果 ATM 被张贴告示或键盘、出钞口、插卡口等关键部位被改动, 则每次操作前后相连的图像轮廓差异较大, 且与样板图像轮廓差异也较大, 系统自动向监控中心警报。值守人员可查看实时录像, 如确有可疑情况, 可暂停 ATM 的服务, 并派人实地检查, 这样可大大提高 ATM 的安全性。

### 2 监控图像的轮廓提取

ATM 24 小时工作, 受昼夜、晴雨等因素影响, 系统采集的监控图像变化较大, 直接基于位图像素进行对比分析的难度较大, 而不论图像明或暗, 图像上 ATM 的轮廓是稳定的, 精确提取监控图像中 ATM 的轮廓能够有效判别 ATM 被张贴告示以及关键部位是否被改动。图像轮廓的检测算法很多<sup>[3-5]</sup>, 如 Grad 算子、Sobel 算子、Roberts 算子、Prewitt 算子、Laplace 算子, 图 1(a) 是某小区 ATM 监控系统的原始图像, 图 1(b) 是应用 Laplace 算子提取的 ATM 轮廓。

对上述 5 种常见边缘检测算子提取的 ATM 轮廓进行对比分析, Grad 算子提取的轮廓信息较少, Sobel 算子、Roberts 算子、Prewitt 算子提取的轮廓比较清晰但边缘粗, Laplace 算子提取的轮廓包含较多杂点, 但轮廓信息比较完整且边缘精度高, 有利于检测出轮廓的微小变化, 适合应用于基于轮廓比对的监控系统, 但有效去除杂点是系统的关键。

**作者简介:** 刘 毓(1983 -), 女, 硕士研究生, 主研方向: 计算机图形图像处理及应用; 徐永安, 副教授; 孙艳峰, 硕士研究生

**收稿日期:** 2008-04-10 **E-mail:** xg0101ly@sina.com

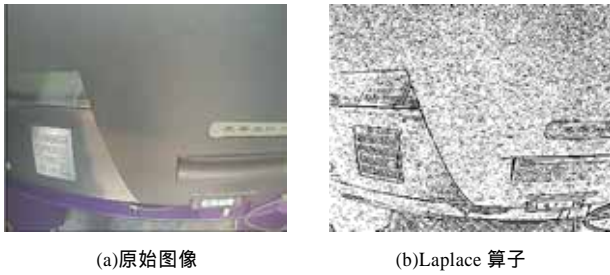


图1 ATM监控图像及Laplace算子提取的ATM轮廓

### 2.1 Laplace算子

Laplace算子是边缘增强算子,实际应用过程中采用一般模板提取的轮廓不够清晰。采用改进的Laplace算子提取的ATM轮廓细节比较完整,但由于原始监控图像存在较多噪声,结果图中存在许多非ATM轮廓的杂点,影响轮廓比对的精确度,需去除杂点才能投入应用。

改进Laplace算子<sup>[6]</sup>为

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1/16 & 1/16 & 1/16 & 0 & 0 \\ 0 & 1/16 & 1/8 & 1/4 & 1/8 & 1/16 & 0 \\ 1/16 & 1/8 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/8 & 1/16 \\ 1/16 & 1/4 & 1 & -9 & 1 & 1/4 & 1/16 \\ 1/16 & 1/8 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/8 & 1/16 \\ 0 & 1/16 & 1/8 & 1/4 & 1/8 & 1/16 & 0 \\ 0 & 0 & 1/16 & 1/16 & 1/16 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

### 2.2 基于邻域分析的图像预处理

为减少Laplace算子提取轮廓的杂点,采用 $h \times h$ 方块(单位为像素)的邻域分析法预处理原始图像,对于 $h \times h$ 方块,采用水平线、垂直线、45度线将方块分为2部分。

用 $p(i, j)$ 表示区块中像素的颜色值,对应图2中4种情形设定如下条件:

(1)区块上半部与下半部色差超过设定值:

$$\left| \sum_{j=0}^{w-1} \sum_{i=0}^{h-1} p(i, j) - \sum_{j=w+1}^{h-1} \sum_{i=0}^{h-1} p(i, j) \right| > limit \quad (2)$$

(2)区块左半部与右半部色差超过设定值:

$$\left| \sum_{j=0}^{h-1} \sum_{i=0}^{w-1} p(i, j) - \sum_{j=0}^{h-1} \sum_{i=w+1}^{h-1} p(i, j) \right| > limit \quad (3)$$

(3)区块左上部与右下部色差超过设定值:

$$\left| \sum_{j=0}^{h-2} \sum_{i=0}^{h-1-j} p(i, j) - \sum_{j=1}^{h-1} \sum_{i=h-j}^{h-1} p(i, j) \right| > limit \quad (4)$$

(4)区块左下部与右上部色差超过设定值:

$$\left| \sum_{j=1}^{h-1} \sum_{i=0}^{j-1} p(i, j) - \sum_{j=0}^{h-2} \sum_{i=j+1}^{h-1} p(i, j) \right| > limit \quad (5)$$

式中,  $h$  为方块宽度的像素个数,一般取奇数,如3, 5或7;  $w = \text{int}(h/2)$ ;  $limit$  为R, G, B三分色色差的设定值。

特殊情形,水平线、垂直线、45度线本身为单像素宽的轮廓线,用下列条件判别:

水平轮廓线判别:

$$\left| \sum_{i=0}^{h-1} p(i, w) - \sum_{i=0}^{h-1} p(i, w-1) \right| > limit \quad \text{and} \quad \left| \sum_{i=0}^{h-1} p(i, w) - \sum_{i=0}^{h-1} p(i, w+1) \right| > limit \quad (6)$$

垂直轮廓线判别:

$$\left| \sum_{j=0}^{h-1} p(w, j) - \sum_{j=0}^{h-1} p(w-1, j) \right| > limit \quad \text{and} \quad \left| \sum_{j=0}^{h-1} p(w, j) - \sum_{j=0}^{h-1} p(w+1, j) \right| > limit \quad (7)$$

正45度线判别:

$$\left| \sum_{i=0}^{h-1} p(i, h-1-i) - \sum_{i=0}^{h-1} p(h-2-i, i) \right| > limit \quad \text{and} \quad \left| \sum_{i=0}^{h-1} p(i, h-1-i) - \sum_{i=0}^{h-1} p(h-i, i) \right| > limit \quad (8)$$

反45度线判别:

$$\left| \sum_{j=0}^{h-1} p(j, j) - \sum_{j=0}^{h-1} p(j-1, j) \right| > limit \quad \text{and} \quad \left| \sum_{j=0}^{h-1} p(j, j) - \sum_{j=0}^{h-1} p(j+1, j) \right| > limit \quad (9)$$

对于区块中心点 $p(h/2, h/2)$ 若其为ATM轮廓点,则其与相邻像素存在较大色差,必满足上述条件之一,继续进行Laplace算子判别;反之,该点为非轮廓点,不再做Laplace算子判别。预处理后用改进Laplace算子提取的ATM轮廓,杂点明显减少,剩余的少量非轮廓杂点处于离散状态,可采用轮廓追踪算法进一步剔除。

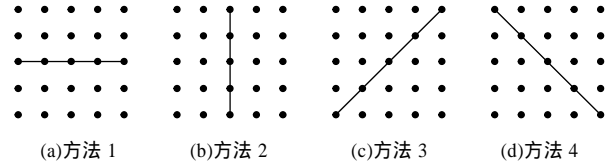


图2  $h \times h$ 方块的4种分半方法

### 2.3 基于8连通区域的轮廓追踪

基于8连通区域的轮廓追踪步骤如下:

(1)设置栈 $SP$ 并清空;变量 $Num$ 记录相邻轮廓点数,初始化为0。

(2)按从上到下、从左到右的顺序扫描ATM轮廓图,寻找没有标记跟踪记号的轮廓点 $P_{00}$ 。

(3)按图3所示顺序搜索未标识追踪过的相邻点,标识已搜索过的点,若有相邻轮廓点,压入栈 $SP$ 中,相邻轮廓点数 $Num$ 增1。

(4)检测栈 $SP$ ,若为空,转步骤(5);否则,从栈 $SP$ 中弹出一个轮廓点,转步骤(3)。

(5)若轮廓点数 $Num >$ 指定长度 $Length$ ,确认为有效轮廓点;若轮廓点数 $Num$ 指定长度 $Length$ ,则认为是杂点,从结果图中去除。轮廓追踪后的结果图中杂点大幅减少,但有少量ATM的轮廓缺失,主要是由于监控图像中ATM轮廓的色差不同,整幅图像采用同一阈值,色差小的轮廓点易缺失,采用分区设定阈值的方法可以克服这种缺陷。

3x3邻域追踪方向示意图如图3所示。

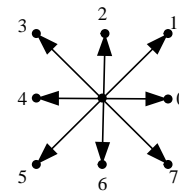


图3 3x3邻域追踪方向

### 2.4 分区设定阈值提取轮廓

如图4(a)采用凸四边形将原始图像分为6个区块,每个区块根据区块各自的色差设置阈值,剩余部分设定统一的阈值。采用如图4(b)所示的先包围盒测试、后矢量叉乘的方法判别图像中的像素属于哪一个区块。包围盒测试可以排除大量区块外的像素点,以提高效率。对于落入包围盒的像素点,进一步采用矢量叉乘的方法判别是否位于四边形内部,设 $PA$ 为矢量 $a(a_x, a_y, a_z)$ ,设 $PB$ 为矢量 $b(b_x, b_y, b_z)$ ,则 $a$ 和 $b$ 的矢量积为

$$a \times b = \begin{vmatrix} i & j & k \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = (a_y b_z - a_z b_y)i + (a_z b_x - a_x b_z)j + (a_x b_y - a_y b_x)k \quad (10)$$

对于二维图像,  $a_x = 0, b_x = 0$ ,若 $a_x b_y - a_y b_x > 0$ ,则 $P$ 位于 $AB$ 的内侧;若按逆时针方向, $P$ 与四边形所有边的端点连成的矢量叉乘结果都为正,则 $P$ 位于凸四边形内部。

图4(c)是分区设定阈值提取的ATM轮廓,轮廓追踪后部

分缺失的 ATM 的轮廓被提取出来。分区提取轮廓比整体处理灵活, 每个区块可依据各自的色差设定阈值, 能更好地提取 ATM 的轮廓细节, 有利于后续的轮廓比对。

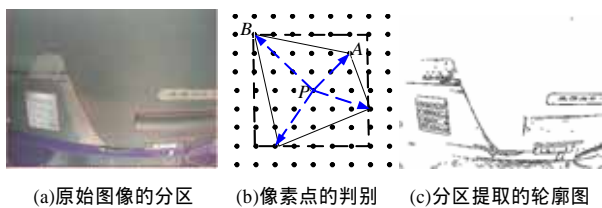


图 4 分区提取

### 3 应用测试

将前述图像轮廓提取技术应用于 ATM 监控系统。首先提取一幅质量较高的监控图像的 ATM 轮廓作为样本轮廓, 然后提取监控过程中相连 2 幅图像的 ATM 轮廓, 若相连 2 幅图像的轮廓差异大于设定值, 且与样本的吻合度低于设定值, 则 ATM 监控系统自动报警。测试过程中针对 ATM 张贴告示以及对关键部位改动情况, 监控系统均能准确发出警报。图 5 是提取张贴告示的 ATM 监控图像的轮廓图。



图 5 张贴告示的 ATM 轮廓图

在监控系统中, 统计分析了当前轮廓图与样本的整体以及键盘、出钞口、插卡口等关键部位的相同点数、不同点数、缺失点数。相同点数反映当前轮廓图与样本之间的共同点, 任何一个区域低于 90% 就报警; 不同点数是当前轮廓图有而

(上接第 191 页)

在图 11 中, 3 种方法依次执行, 当其中一种算法顺利找到盲道的 2 条边界时, 图像分析完毕, 输出响应并进入下一轮识别。

对于具有颜色差异的盲道, 因为算法较简单, 所以运行效率较高。大部分盲道可以利用这种算法分割出来。

基于纹理分割的算法, 由于本文的纹理特征提取仅从简单的梯度入手, 因此不能很好地描述盲道与人行道之间的区别, 尤其是当人行道路面也不光滑时, 很容易出现纹理误分割。考虑到盲道中条形凸出纹理的特征, 可以用某个领域(如上述  $9 \times 9$  分析窗口)内的直线特征作为其特征矢量, 但这将引入巨大运算量, 对于以实时识别处理为目标的系统来说, 此方法并不合适。

由图 11 可以看出, 所有方法都需要找出盲道的 2 条边界线, 然后做最终判断。在查找边界线的过程中, 都要用到 Hough 直线检测, 如果能提高 Hough 直线检测算法的效率, 那么整个系统的运行效率也会有显著提高。文献[5]提出一种改进的 Hough 直线检测算法, 它根据 Hough 变换思想的逆变换, 采用对参数空间逐步细分的方法, 排除不含直线的区域, 能有效减少存储容量、提高运行效率、求出曲线轮廓的端点和长度。

基于直接 Hough 的直线检测在最终的盲道边界查找前做了某种先验假设。假定采集到的图像是连续变化的, 没有剧

烈波动, 且人行道的路面砖块铺设方向与盲道相反。对许多盲道来说都可以得到合适的分割结果, 但该假设是从实验中得出的经验, 缺乏实际理论基础, 如果盲道识别系统的图像采集环节出现剧变(一般由人为因素引起, 容易被人感知), 识别结果就会出现误差。如果存在与盲道砖块铺设方向一致的人行道, 基于直接边界查找的算法就很可能得出错误结果。但上述情况发生几率很低, 为了提高整体效率可以忽略不计。

### 4 结束语

将计算机图像处理技术应用于 ATM 的监控系统, 能够提高 ATM 服务的安全性和可靠性。基于轮廓比对的方法能够及时发现 ATM 张贴告示、改动键盘、出钞口、插卡口等多种情形, 并向监控中心警报, 极大地方便了值守人员的监控, 减少 ATM 的风险。改进的 Laplace 算子能完整地提取 ATM 监控图像的轮廓。基于邻域分析的图像预处理、分区设定阈值以及轮廓追踪等图像处理技术能有效去除噪声引起的非轮廓杂点。采用该技术的 ATM 监控系统在昼夜、晴雨以及设置各种障碍等复杂情形下通过测试, 系统稳定可靠, 具有很好的发展前景。

#### 参考文献

- [1] 袁小萍. 试论 ATM 案件的作案手段及侦察思路[J]. 犯罪研究, 2005, (4): 56-62.
- [2] 周小四, 王淑华, 杨杰. 数字图像监控网络报警系统设计[J]. 计算机工程, 2002, 28(4): 61-63, 101.
- [3] Tsan L D. Re-examining the Security Issues of ATM Systems[J]. Computer Fraud and Security, 2004, (2): 13-15.
- [4] Chaira T, Ray A K. A New Measure Using Intuitionistic Fuzzy Set Theory and Its Application to Edge Detection[J]. Applied Soft Computing, 2007, 8(2): 1-9.
- [5] García N L F, Poyato A C, Camicer R M. Automatic Generation of Consensus Ground Truth for the Comparison of Edge Detection Techniques[J]. Image and Vision Computing, 2007, 7(6): 1-16.
- [6] 郑莹, 孙雯华. 图像边缘检测 Laplace 算子的改进[J]. 沈阳建筑大学学报: 自然科学版, 2005, 21(3): 268-271.

#### 参考文献

- [1] 徐杰, 李晓虎, 王荣本, 等. 车辆自主导航中的道路边界识别算法[J]. 中国图象图形学报, 2003, 8(6): 674-678.
- [2] Ferri F, Vidal E. Color Image Segmentation and Labeling Through Multi-edit Condensing[J]. Pattern Recognition Letters, 1992, 13(8): 561-568.
- [3] Zheng Yuanjie, Yang Jie, Zhou Yue, et al. Color-texture Based Unsupervised Segmentation Using JSEG with Fuzzy Connectedness[J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2006, 17(1): 213-219.
- [4] 赵锋, 赵荣椿. 纹理分割及特征提取方法综述[J]. 中国电视学与图像分析, 1998, 3(4): 238-245.
- [5] Huang Zhongling. Elliptical Feature Extraction via an Improved Hough Transform[J]. Pattern Recognition Letters, 1989, 10(1): 93-100.

