

## 红外图像处理在钞票鉴伪中的应用

郭玉峰<sup>1</sup>, 胡学娟<sup>2</sup>, 阮双琛<sup>2</sup>

(1. 深圳大学机电与控制工程学院, 广东 深圳 518060; 2. 深圳大学电子科学与技术学院, 广东 深圳 518060)

**摘要:**针对钞票红外图像的特点,提出一种新的钞票鉴伪方法。首先,设计出合适的阈值算法分割图像;然后,对图像进行二值形态运算以提取出钞票的凹凸信息。实验证明,该方法稳定性好、准确率高,弥补了现有的钞票鉴伪设备不能对凹版印刷防伪点进行检测的不足。

**关键词:**红外图像;钞票鉴伪;阈值分割;形态运算

**中图分类号:**TP751.1      **文献标识码:**A

## Application of Infrared Image Processing in Banknote Identification

GUO Yu-feng<sup>1</sup>, HU Xue-juan<sup>2</sup>, RUAN Shuang-chen<sup>2</sup>

(1. College of Mechatronics and Control Engineering, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China;

2. College of Electronics Science and Technology, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China)

**Abstract:** Aiming at the characters of infrared image of banknote, a new method of banknote identification was proposed. Firstly, an appropriate threshold algorithm was designed, which was used to segment the image. Then, the concavo-convex information was revealed by processing the segmented image based on morphology operation. The experimental results show that the method is stable and accurate. This method complements the deficiency of current banknote verifiers that could not detect the anti-counterfeit point of the Intaglio Printing.

**Key words:** infrared image, banknote identification, threshold segmentation, morphology operation

### 1 引言

世界各国的钞票为了不被模仿、假冒,常用到雕刻凹版印刷技术,除了主题内容的需要,防止伪造是其主要功能。目前假钞较难做到凹版印刷,所以“摸”凹凸感是一个很重要的公众鉴伪措施<sup>[1]</sup>。利用近红外光照射成像可以反映出纸币表面的凹凸情况,从而将纸币的凹版印刷图像显示出来。于是我们可以利用红外成像技术把传统的触摸鉴伪拓展到图像鉴伪领域,以便于实现自动化。

利用红外图像鉴伪主要是对红外图像进行处理和识别,而当前国内外开展的红外图像识别和跟踪技术大多集中在热红外成像上<sup>[2-3]</sup>,利用红外数字图像进行鉴伪是一个新的领域,也是鉴伪技术的一

个新方向<sup>[4]</sup>。

现有的钞票鉴伪设备大多采用荧光检测、磁性检测等鉴伪手段,这些手段都不能对凹版印刷防伪点进行检测。第五代人民币雕刻凹版印刷防伪点包括:毛主席头像、“中国人民银行”行名、面额数字、国徽、盲文标记等,本文选取盲文标记为代表,对其红外图像进行研究,设计算法并提取出了盲文的凹凸信息,这样就弥补了现有钞票鉴伪设备的不足。

### 2 红外图像特点分析

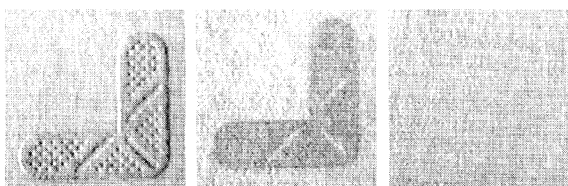
红外图像是指钞票在红外光源的照射下,由

基金项目:深圳大学青年科学基金项目(No. 200874)资助。

作者简介:郭玉峰(1985-),男,硕士研究生,研究方向是光学图像处理与模式识别。E-mail:my\_54@163.com

收稿日期:2008-09-10

CCD采集到的图像。采用红外光源的好处是其可以忽略钞票表面的颜色信息,更加凸显钞票的“凹凸感”。真币的红外图像层次分明,有立体感,如图1(a)所示。假币的红外图像大多有两种情况:一是由于纸质或油墨吸收红外光谱形成黑色红外图像,如图1(b)所示;二是看不到明显凹凸感的图像,如图1(c)所示。



(a)真钞图像 (b)呈黑丝假钞图像 (c)无压痕假钞图像

图1 真假钞票盲文标记的红外图像

由图1可见,真钞的“凹凸感”主要体现在盲文迎光坡的亮线和背光坡的暗线。绝大多数假钞未采用凹版印刷技术,所以其红外图像就没有明显的亮线和暗线。因此,我们可以设计算法去提取亮线和暗线,若都能提取出来就为真钞,若不能就为假钞。

### 3 算法原理

#### 3.1 阈值分割算法

所谓阈值分割,就是指对于已知的灰度图像,选择合适的阈值将其二值化,其中最主要的问题是如何选取合适的阈值。常用的阈值选取方法包括:最大类间方差法(Ostu方法)、最佳熵法、矩不变法、模糊聚类法、极小误差法和共生矩阵法<sup>[5]</sup>,这些算法主要应用在一般场合。在一些特殊应用中,目标的近似形状和特征事先可以知道,这时称为基于知识(knowledge-based)<sup>[6]</sup>的阈值化。由于所有真钞盲文标记的红外图像都具有高度相似性,所以本文采用基于知识的阈值化。

选择阈值的基本方法是利用灰度图像的直方图。灰度图像 $I$ 的直方图 $h$ 定义为:

$$h(m) = |\{(r, c) | I(r, c) = m\}|$$

其中, $m$ 的取值范围是整个灰度级值; $r$ 和 $c$ 分别代表行和列。

从图1(a)的直方图可以看出,绝大多数像素集

中在中间灰度区域,可以找到合适的算法设置两个阈值(上阈值和下阈值),提取出具有较大和较小灰度值的像素,从而达到提取亮线和暗线的效果。同时,从局部来看,直方图呈锯齿状,所以在设计阈值算法时,可以考虑在一定合理范围内找最低点,以求最大限度提取特征。

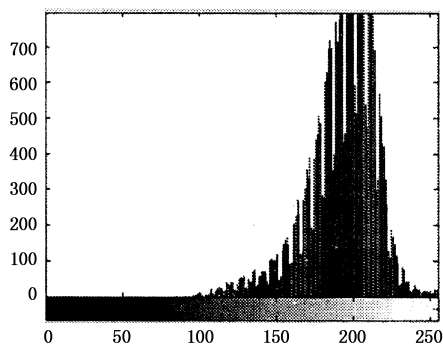


图2 图1(a)的直方图

下面以提取暗线的过程为例,说明本文的阈值分割算法。设灰度值 $m$ 的取值范围为 $0 \sim 255$ ,图像像素为 $M \times N$ 。根据实验统计数据,即基于知识的原则,亮线和暗线所占像素比例大致为 $1/35 \sim 1/25$ 。程序如下:

Step1:计算 $H_1 = h(0) + h(1) + \dots + h(i)$ ,直到 $H_1 \geq M \times N/35$ ,并记录灰度值 $i$ 。

Step2:计算 $H_2 = H_1 + h(i+1) + \dots + h(j)$ ,直到 $H_2 \geq M \times N/25$ ,并记录灰度值 $j$ 。

Step3:在 $h(i), h(i+1), \dots, h(j)$ 中找到最小值 $h(k)$ ,并记录灰度值 $k$ 。

Step4:选择灰度值 $k$ 为阈值,将图像二值化。

#### 3.2 二值形态运算

数学形态学(mathematical morphology)<sup>[7]</sup>是20世纪60年代中期由法国数学家G. Matheron和J. Serra创立的,是一种非线性图像(信号)处理和分析的工具,通过一整套的运算和算法来描述图像(信号)的基本特征或基本结构,近年来在图像处理中发挥了越来越大的作用,已经成为计算机图像处理领域的一个主要研究领域。

膨胀和腐蚀是形态学运算的两种基本操作。用

结构元  $S$  对二值图像  $B$  的膨胀运算表示为  $B \oplus S$ ; 用结构元  $S$  对二值图像  $B$  的腐蚀运算表示为  $B \ominus S$ 。将膨胀和腐蚀级联起来, 可以得到形态学中另两种重要的运算: 开启和闭合。

$$B \bullet S = (B \oplus S) \ominus S \text{ (闭合);}$$

$$B \circ S = (B \ominus S) \oplus S \text{ (开启)。}$$

由于阈值分割算法只是粗略提取出了红外图像的凹凸信息, 由于受光源、纸张、摄像头、环境等的影响, 信息中仍含有很多噪声。根据二值形态学原理, 选取适当的结构元, 先通过闭运算填充小孔, 修复有效信号; 然后通过开运算去掉毛刺, 消除噪声。

#### 4 实验结果及分析

下面给出真钞和假钞红外图像经过阈值分割后的结果。图 3 是经下阈值分割初步提取出暗线的结果, 图 4 是经上阈值分割初步提取出亮线的结果。

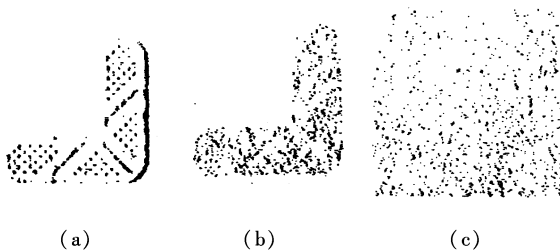


图 3 图 1 中的图像经下阈值分割后的结果

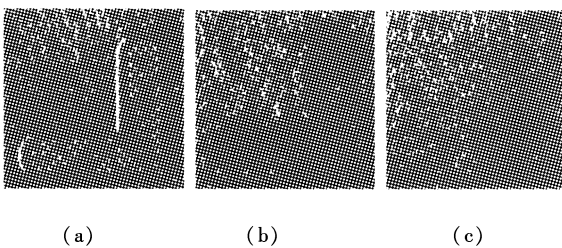


图 4 图 1 中的图像经上阈值分割后的结果

由图 3 和图 4 可以看出, 真钞的红外图像经过本文算法处理后, 能够较明显地体现出盲文右侧的暗线和左侧的亮线; 而无论那种类型假钞的红外图像, 由于本身没有凹凸感, 所以处理后的图像都显得杂乱无章。

以提取亮线过程为例。对图 4 中的图像先采用闭运算(结构元为  $5 \times 2$  矩形)修复亮线; 然后采用开运算(结构元为  $50 \times 1$  矩形)消除噪音, 仅留亮

线。这样, 就得到图 5。

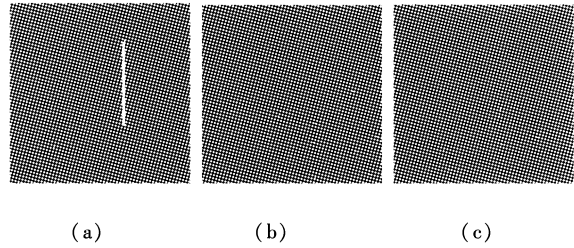


图 5 图 4 中的图像经二值形态运算后的结果

由图 5 可以看出, 只有真钞的红外图像才能提取出亮线。若钞票盲文标记的红外图像既能提取出亮线又能提取出暗线, 就认为这张钞票是真币。基于这个原理, 选取了 40 张新币, 30 张旧币, 30 张假币来做实验, 取得了良好的效果, 没出现误判的情况, 拒真率和认假率都为 0。

#### 5 结语

本文针对目前假钞较难做到雕刻凹版印刷防伪点, 提出了一种通过处理钞票红外图像, 获取钞票“凹凸感”的方法, 弥补了现有钞票鉴伪设备的不足。实验证明, 该方法稳定性好、准确率高。不足之处是本文只涉及盲文标记这一处防伪点, 若能和其他防伪点结合起来, 效果更佳。

#### 参考文献:

- [1] 梁友杰. 人民币防伪技术及真伪鉴别. 北京: 中国金融出版社, 2005: 235 - 236.
- [2] 李建勋, 刘刚, 刘广智, 等. 红外弱小目标实时监测跟踪系统[J]. 激光与红外, 2005, 35(6): 407 - 409.
- [3] 陈修桥, 胡以华, 李军梅, 等. 卫星侦察红外图像背景特征分析[J]. 红外技术, 2005, 27(2): 143 - 146.
- [4] 刘承香, 阮双琛, 胡学娟, 等. 基于浮雕处理的红外数字图像鉴伪技术研究[J]. 激光与红外, 2007, 37(6): 561 - 563.
- [5] Sahoo P K, Soltani S C, Wong A K. A survey of thresholding techniques[J]. Computer Graphics Vision and Image Processing, 1998, 41: 233 - 260.
- [6] Linda G Shapiro, George C Stockman. Computer vision [M]. Prentice Hall, 2001: 66 - 67.
- [7] G Matheron, J Serra. Image analysis and mathematical morphology [M]. London: Academic Press, 1982.