

利用图像熵识别纸币扎把

赵喜清, 张利明

(河北北方学院 信息科学与工程学院, 河北 张家口 075000)

摘 要: 纸币扎把的识别是纸币处理一个关键环节。目前识别纸币扎把的方法有图像颜色识别法和图像噪声边沿法, 两种方法都需要保证扎把颜色与背景色有较大的差异, 而且计算复杂。提出了图像分块的图像熵计算方式来完成纸币捆中的扎把区域识别的新思路, 放宽了条件, 提高了识别速度。

关键词: 纸币扎把; 图像分块; 图像识别; 图像熵

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)11-0149-03

Identify Banknotes Tie by Image Entropy

ZHAO Xi-qing, ZHANG Li-ming

(College of Information Science and Engineering, Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China)

Abstract: Identification of banknotes tie is a key part of the paper money processing. The way to the image color recognition method and image noise edge method need to ensure that the tie color and background color are quite different, and computational complexity. Put forward new idea which recognize the area of paper tape in the bundle of the paper money by image entropy calculation of image sub-block. It relaxes conditions and improves the recognition speed.

Key words: banknotes tie; image block; image recognition; image entropy

1 引言

纸币管理是银行金融业的一项重要业务^[1]。目前, 我国经济迅猛发展, 纸币发行量逐年增多, 致使银行及各级货币处理中心处理纸币的工作量逐年增大, 但国家信用制度还不完善, 而要求银行工作零差错, 这就要求纸币处理的每一个环节(包括检伪、清分、清点、扎把、捆扎、塑封)都要严格把关。而纸币扎把识别又是一个关键环节。纸币捆钞设备设计单位提出在捆钞机中附加纸币扎把识别功能, 从而完善银行纸币管理。而其中对纸币图像处理的关键技术就是对纸币扎把的识别^[2]。由于纸币管理的严格性, 在识别过程中如何提高识别率, 特别是能够在实际环境中面对随机噪声干扰如何达到几乎百分之百的识别率是提高识别速度一个需要认真研究的重要问题^[3]。

2 研究现状

目前纸币识别中扎把处理方式主要有两种:

第一种是扎把图像颜色识别法。通过扫描扎把颜色来区分扎把, 此方式的缺陷在于必须保证扎把的颜色与背景色有非常大的区分且扎把的颜色一致^[4-5]。

第二种方法是图像噪声边沿法^[6]。对扎把图像通过平滑噪声来消除图像噪声点以平滑图像, 然后进行锐化处理完成图像特征点的增强边沿检测, 进而将扎把识别转换为直线识别问题^[7-8]。这种方法仍然需要保证扎把的颜色与背景色有较大的差异, 但不再需要确定扎把的颜色。由于边沿的色彩差别会导致大量的噪声的存在, 以及平滑噪声和边沿检测都需要计算复杂, 因此实际过程中难以达到理想的识别速度。

收稿日期: 2012-05-03; 修回日期: 2012-06-17

基金项目: 河北省科学技术研究与发展计划项目(114572126)

3 熵与图像熵

熵(entropy)一词,西文语源出自希腊语“变化”,表示变化的容量.后来,克劳修斯于1865年作为热力学上的一个概念而使用.熵是热力学用以表示一个物质系统中能量衰竭程度的量度.能的衰竭,或熵的增加,是分子随机运动和碰撞的统计学上可以预测的结果.

随着熵理论在各门科学技术中的推广、应用和深入研究,熵概念在19世纪中叶又得到进一步的发展.1948年,信息论的创始人克劳德·艾尔伍德·香农(Claude Elwood Shannon)第一次将熵的概念引入到信息论中来.“信息”就与熵产生了联系:

将 $I(A) = -\log p(A)$ (其中 $p(A)$ 为事件 A 发生的概率) 称为事件 A 的自信息,来度量事件 A 发生所提供的信息量.把随机事件的 N 个可能的结果的自信息的平均值:

$$H = -\sum (p(i)/\log(P(i)))$$

称为熵($p_1, p_2, \dots, p_n$ 是 n 个事件对应的概率),用作某事件不确定度的量度,是描述事物无序性的参数,熵越大则无序性越强,越不确定,熵为0的事件是确定的.

图像熵把图像的色彩作为随机事件用来确定熵值.使用图像熵表示图像集合的比特平均数,单位为比特/像素,也描述了图像信源的平均信息量:

$$H = -\sum_{i,j} p(i) \log P(i)$$

其中 $p(i)$ 代表了色彩度为 i 的图像像元在所有像元中所占比.

4 图像熵在纸币扎把中的应用

4.1 图像分块

图像特征有全局和局部特征,从图像的视觉特征来说,分颜色、纹理、形状和空间等,图像的特征一般不是均匀地分布在整个图像中的,分块后,可以快速地将一些明显无关的块扔掉,剩下再去提取特征.另外,按照传统方法,要将图像所有数据读入内存中进行相应操作,需要耗费很大内存.采用分块处理技术,图像信息只有原来的千分之一,运算量不会增加,从而降低了判断的难度.

分块后,块读取策略采取一次隔行读取若干行数据的办法.这种分块方法有两个好处:首先降低了程序的逻辑复杂度,如果采用逐行分块方法,求取某一块的行列起始号较为复杂,因为行列号都要变化,

而这种分块方法,只是行号变化,列号不需变化;更为重要的是分类的时候因为目的不同,应用背景不同,分块的作用也会有差异的.隔行分块有利于图像块的分类操作.如图1所示.

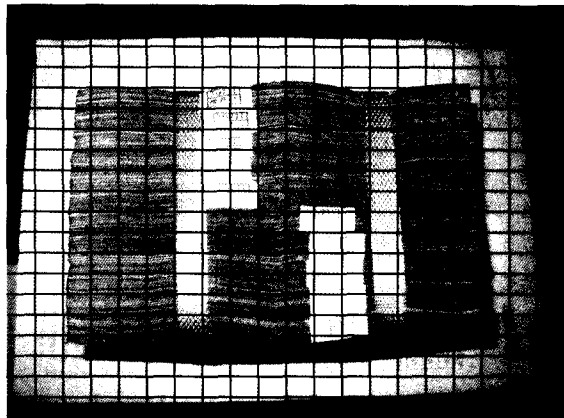


图1 将图形划分为 20×20 小块

4.2 图像块匹配

图像块匹配是将每一帧图像分割成一系列子块图像,如大小为 $M \times N$ 块,计算当前帧中每一子块与相邻帧中的各子块的误差函数,把具有最小误差的相邻帧的对应子块作为当前块的预测块,并把两块的相对位移定义为位移矢量.

采用匹配准则是平均绝对差函数 MAD (Mean Absolute Difference) 所遵循的规则:

$$MAD(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |f_k(m, n) - f_k - N_s(m+i, n+j)|$$

在搜索区域内,如果某子块用以上公式所计算的均方差值或绝对差值达到最小,该块就是所要找的匹配块,其位移量就是当前帧中的当前块相对于前帧的匹配块的位移矢量.

4.3 基于图像熵的识别

图像熵可以表示图像色彩分布的聚集特征,却不能反映图像色彩分布的空间特征,为此引入图像的二维熵.

选择图像的邻域色彩均值作为色彩分布的空间特征量,与图像的像素色彩组成特征二元组,记为 (i, j) ,其中 i 表示像素的色彩值 ($0 \leq i \leq 255$), j 表示领域色彩 ($0 \leq j \leq 255$),

$$P_{ij} = f(i, j) / N^2$$

即可反应某像素位置上的色彩值与其周围像素的色彩分布的综合特征,其中 $f(i, j)$ 为特征二元组 (i, j) 出现的频数, N 为图像的尺度,定义离散图像

二维熵为:

$$H = \sum_{i=0}^{255} p_{ij} \log p_{ij}$$

依此构造的图像二维熵可以在反映图像所包含的信息量的前提下,突出反映图像中像素位置的色彩信息和像素邻域内色彩分布的综合特征。

从扎把的照片可以看到,纸币侧面的各种颜色非常丰富,而扎把处颜色相对统一,因此通过图像熵的计算就能够区分扎把区域与其它区域的位置。

如将扫描后的图像划分为 20×20 个小区域,如图1,分别计算每个扎把小区域图像熵。其中,第5行到第16行与第5列到第16列扎把小区域图像熵如表1。

表1 区域图像熵值表

行/列	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	12.1	11.7	11.0	9.7	7.8	11.8	12.0	12.0	11.5	11.5	11.7	11.6
6	11.9	11.8	11.6	6.1	7.4	11.6	11.7	11.9	12.0	12.0	11.8	11.9
7	11.8	11.9	10.4	5.5	6.2	11.4	11.6	11.7	11.8	11.2	11.6	11.8
8	11.7	11.9	9.2	4.7	6.1	11.6	11.8	11.8	11.9	10.3	11.5	11.8
9	11.5	11.6	8.7	4.0	6.3	11.8	11.8	11.9	11.9	9.7	11.7	11.9
10	11.5	11.5	8.4	3.6	4.7	11.5	11.4	11.5	11.4	9.1	11.7	11.6
11	11.9	11.8	6.3	11.3	11.8	11.8	8.8	4.5	7.3	8.7	12.2	12.0
12	11.9	11.9	3.9	10.9	11.9	11.8	11.0	4.9	5.9	7.7	11.8	11.9
13	11.9	11.9	2.6	10.7	11.9	11.6	10.1	4.2	6.3	7.4	10.9	11.5
14	12.2	12.0	3.6	10.7	11.9	11.8	10.0	4.3	5.9	7.8	10.9	11.5
15	11.8	11.7	7.2	11.4	11.9	11.8	11.2	4.2	5.2	11.3	11.9	11.7
16	12.2	12.1	11.9	12.2	12.1	12.1	11.4	4.7	7.5	12.4	12.3	11.9

4.4 识别的评价

在具体的应用环境中,可能有多个扎把特征信息,另外,扎把的每个特征信息可能对应用环境的重要程度不同,在简化过程中应使用环境中重要的、扎把特征信息失真最小的。

构造扎把特征节点评价函数来简化扎把。假设某一应用环境中,影响扎把简化的扎把特征信息有 n 个,综合考虑扎把图像的分块、匹配以及扎把粗糙度和扎把特征评价因子,经过实验组合对比,得到最终扎把特征节点评价函数:

$$f = MAD(i, j) / \sum_{i=1}^n k_i h_i$$

其中, k_i 的值由下式计算: $k_i = f_i / \sum_{j=1}^n f_j$

f_i 表示 h_i 扎把特征在应用环境中的重要程度, f_i 越大, h_i 扎把特征在应用环境中越重要。

可以看出, h_i 同时影响着 f 的取值, k_i 值越大, h_i 扎把特征的评价值对 f 值的影响越大,对扎把简化的影响也越大, h_i 扎把特征的失真相对于其他扎把特征较小,反之,对扎把简化的影响越小, h_i 扎把特征的失真相对与其他扎把特征较大。在实际应用中, h_i 扎把特征对于应用环境最重要,应将其权值 f_i 设为最大;其他扎把特征依照重要程度,设置比 f_i 小的权值。

由于引入扎把特征信息对节点评价函数的影响,降低了节点评价误差,使应用环境中扎把特征信息失真比较小,提高了扎把绘制逼真度。

以缩小2倍的列号为 x 轴,以图像熵值为 y 轴,做第6行第5列到第16列区域图像熵值二维回归线,如图2,明显看到第8列附近为扎把区。观察第6行与第11行代表图像熵值的各列数据发现,第9行与第10行区域的图像熵值显著性降低,可以容易地实现扎把区域的识别。

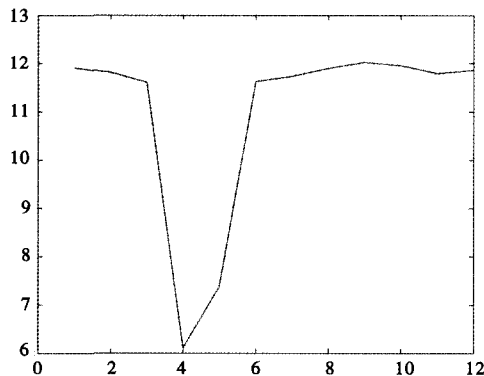


图2 第6行(5~16)列数据的熵值图形

5 结束语

通过图像分块的图像熵计算方式来完成纸币捆中的扎把区域识别不需要指定扎把的颜色,同时其背景色的噪声也不会影响扎把区域的识别,放宽了条件,提高了识别速度,是一种可行的扎把识别方式,具有很好的实用功能。

参考文献:

- [1] Yu B, John K. A robust and fast skew direction algorithm for generic documents[J]. Pattern Recognition, 1996, 29(10): 85-92.

(下转第156页)

- ty-Grid security from two levels of virtualization[J]. Information Security Technical Report. 2007,12(3): 123-138.
- [3] Carl A W. Memory resource management in VMware ESX server[C]//Proceedings of the 5th symposium on Operating systems design and implementation. New York: ACM Press, 2002:181-194.
- [4] Zhang Xiaolan, Suzanne M, Pankaj R, et al. Xen-Socket: A high-throughput interdomain transport for VMs[C]//Proceedings of the ACM/IFIP/USENIX 2007 International Conference on Middleware. New York: Springer-Verlag, 2007:184-203.
- [5] Todd D, Zachary S, Jeanna N M, et al. Quantitative comparison of Xen and KVM[C]//In Xen Summit. Boston: USENIX Association, 2008: 1-2.
- [6] 顾韵华, 李丹, 陈玮. 基于认证可信度的角色访问控制模型[J]. 微电子学与计算机, 2009,26(7):5-8.
- [7] 秦宇, 兰海波. TPM 虚拟域安全模型[J]. 中国科学院研究生院学报, 2011,28(5):648-658.
- [8] England P, Loeser J. Para-virtualized TPM sharing [C]//Proceedings of the 1st International Conference on Trusted Computing and Trust in Information Technologies: Trusted Computing-Challenges and Applications. Berlin: Springer-Verla, 2009: 119-132.
- [9] Matthias B, Michael S, Georg B, et al. Non-intrusive virtualization management using libvirt[C]//Proceedings of the Conference on Design, Automation and Test in Europe. Belgium: ACM Press, 2010: 574-579.
- [10] Shane B, Eimear G, Chris J M, et al. Challenges for trusted computing[J]. IEEE Security and Privacy, 2008,6(6):60-66.

作者简介:

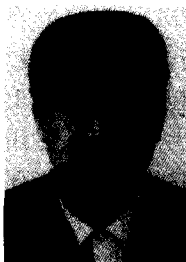
季涛男,(1985—),硕士研究生.研究方向为网络与信息安全.

(上接第 151 页)

- [2] Gu P, Sosale modularization for life cycle engineering [J]. Robotics and Computer Integrated Manufacturing 1999,15(5):387-401.
- [3] Hiroshi Sako, Takafumi Miyatake. Image recognition technologies towards advanced automated teller machines[C]//Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition. 2004:1051-1054.
- [4] Rafael C Gonzalez, Richard E Woods. Digital Image Processing[M]. 北京:电子工业出版社,2007:118-127.
- [5] 张凯,金瓯,贺建飏.一种基于 μ Clinux 的嵌入式纸币识别系统设计[J]. 计算机测量与控制. 2008(04): 552-555.
- [6] 徐琳琳,苑玮琦.基于线阵图像传感器点钞机纸币号码识别系统[J]. 计算机工程与设计. 2008(19):4954-4956.
- [7] 崔天横,高晶敏,刘振慧.经典边缘检测的快速算法[J]. 微计算机应用. 2007(06):579-675.
- [8] 郭艳平,侯凤贞.纸币面值识别系统图像分割技术的算

法[J]. 重庆工学院学报:自然科学版. 2008(11):124-126.

作者简介:



赵喜清男,(1970—),副教授,硕士.研究方向为无线网络,空间数据库.



张利明男,(1974—),讲师,硕士.研究方向为图像处理,空间数据库