

基于灰度化处理的纸张计数算法

Paper Counting Algorithm Based on Gray Scale Processing

渠琪¹ 徐晓冬² 王鹏飞³ 史彩娟¹

Qi Qu¹ Xiaodong Xu² Pengfei Wang³ Caijuan Shi¹

1.华北理工大学信息工程学院,中国·河北 唐山 063000

2.华北理工大学以升创新教育基地,中国·河北 唐山 0632003

3.华北理工大学化学工程学院,中国·河北 唐山 063000

1. College of Information Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, 063000, China

2. Yisheng College, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, 063000, China

3. Chemical Engineering Institute, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, 063000, China

【摘要】在造纸厂和印刷行业生产中,须对大量纸张进行清点,为解决人为清点纸张效率低下及准确率低的问题,本文提出基于灰度化处理的纸张计数方法。首先,利用加权平均法对纸张边缘图像进行灰度化处理,接着随机抽取10条纸张边缘截面信号,分别利用差分方法进行锐化处理,随后对处理后的信号利用移动平均滤波器进行平滑处理,基于此,利用波形演化规律对信号进行区域划分,并获取等效纸张厚度序列,最后提出一种基于均值贴近度的纸张厚度计算方法,并通过迭代剔除异常数据,直至所得纸张厚度序列收敛,统计纸张数量。计算结果表明该方法效率较高,且计算结果与实际值吻合,能够实现对纸张数量的高效精确统计,为提高印刷厂纸张清点效率提供依据。

【Abstract】In the production of paper mills and printing industry, there is a lot of work involved in inventorying a large amount of paper. In order to solve the problem of low efficiency and low accuracy of human-originated papers, a paper counting method based on gray processing is proposed. Firstly, the edge image of the paper is grayed by the weighted average method, and then the edge cross-section signals of 10 papers are randomly selected and sharpened by the difference method respectively. Then, the processed signal is smoothed by the moving average filter. Based on this, the signal is divided into regions using the waveform evolution law, and the equivalent paper thickness sequence is obtained. Finally, a paper thickness calculation method based on the average closeness is proposed, and the anomaly data is removed through iterative calculation until the resulting paper thickness sequence converges with the amount of paper counted. The calculation results show that the method has high efficiency, and the calculated results are in good agreement with the actual values. It can achieve efficient and accurate statistics on the number of paper sheets, and provide a basis for improving the efficiency of papermaking inventories.

【关键词】灰度化处理;后向差分;移动平均滤波;均值贴近度;纸张计数

【Keywords】gray scale processing; backward difference; moving average filter; mean closeness; paper count

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i6.822>

1 引言

在印刷厂、造纸厂及办公用地等场合需要进行纸张清点计数的工作,现今市面上的纸张计数设备一般分为两类,最常用的一类是机械式纸张计数设备,如点钞机,此类设备对纸张对厚度一致性、大小一致性等要求较高,计数范围局限性大,常对纸张造成损坏,且设备运行时会产生较大噪声,另一类是光电式数纸机,该类设备借助非接触的光电设备,适用于较厚且无柔韧性的纸张计数,然而价格较为昂贵,尚未得到推广,且人工清点方式效率低下。因而,设计高效、易于操作的纸张计数系统具有重要的实际意义。

随着图像处理技术的高速发展,利用图像处理技术对事物进行计数处理已成为各大高校及科研机构的研究重点,并取得了一系列成果^[1-3]。赵欣^[4]等提出一种基于MATLAB的谷物颗粒计数方法,改进了传统的最终腐蚀算法,克服了因颗粒大片粘连造成的计算偏差。顾秀华^[5]等提出了一种骨架提取结

合梯度方向投影多证据统计的自动计数算法,解决了一定倾斜范围内薄板的计数问题。司秀娟^[6]等针对菌落计数仪结构复杂,便携性差的缺点,提出一种基于图像处理技术的菌落自动计数算法,其计算误差不超过5%,实现了对菌落的高效计数。谢登玲^[7]等基于MATLAB软件,利用图像处理技术实现了对鸡血细胞的计数与分类,并验证了算法具有一定的合理性。纵观前人的研究成果,可知其计数对象均为一些界限较为明显的事物,但对纸张这种界限较模糊的对象进行计数的研究较少,目前传统的纸张计数算法多为Gabor边缘增强算法^[8],但该算法受纸张间的间隙影响较大,重计和漏计的情况较为严重,其算法准确性较低,目前需要一种适应性强的高效精准计数方法,故研究一种新型的纸张计数算法具有一定的意义。

基于此,笔者提出一种基于扫描图像的纸张计数算法,具体算法流程见图1,利用纸张扫描图像对算法进行验证,并通过将该算法与传统计数算法相比较,证明了其优越性。

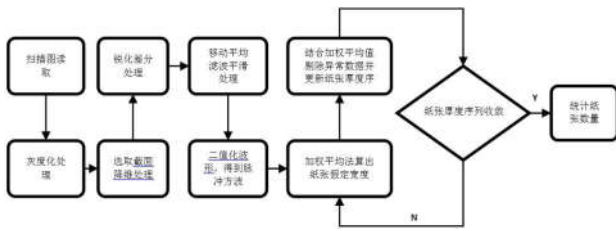


图1 算法流程图

2 纸张边缘图像预处理

现用阵线 3200dpi 扫描仪对码放整齐的纸张边缘进行取样,扫描结果如图 2 所示。

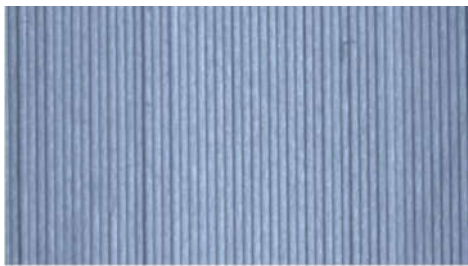


图2 纸张扫描图

2.1 灰度化预处理

扫描所得图像包含 R、G、B 三重通道,对其直接处理复杂度较高,难以获取其内部规律,现利用加权平均法对图像进行灰度化降维处理。根据 R、G、B 三种分量的重要性及其它指标,按下式对 RGB 三分量进行加权平均,获取纸张截面灰度化图像见图 3。

$$f(i,j)=0.299R(i,j)+0.587G(i,j)+0.114B(i,j) \quad (1)$$

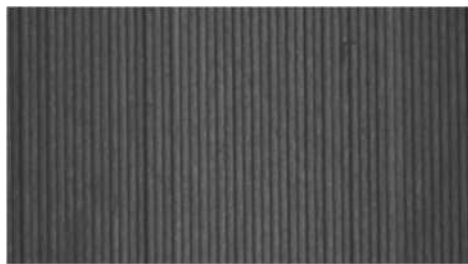


图3 灰度化图像

分析图 3 可知灰度化后所得图像具有明显的周期性,各纸张厚度相似且平行,具有明显的方向性。但灰度化图像为二维图像信号,对其直接处理具有较高的复杂度,不便于直接分析,故现灰度图像信号进行降维处理,即随机选取 10 个水平截面灰度信号进行分析,限于篇幅,本文只对一组进行详述,该信号的空间分布见图 4,对其分析可知,波峰即为纸张的边界跳变为纸张间的缝隙,波谷即为缝隙跳变为新的纸张的边界。

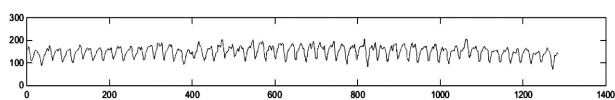


图4 截面灰度信号

2.2 信号锐化处理

考虑到纹理边缘处灰度变化值较大,若要提取纸张边缘的变化特征,须对波形纹理边缘进行锐化处理。本文采取后向差分的方法,即横轴后项灰度值与本项作差,计算方法见式(2),通过该方法得到新的一组一维向量,即为差分处理结果,处理后的波形见图 5。

$$\nabla G(i)=G(i+1)-g(i) \quad (2)$$

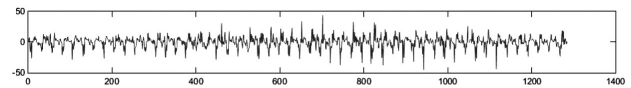


图5 信号差分处理结果

2.3 移动平均滤波平滑处理

为解决信号后向差分结果具有较高噪声的问题,采用窗宽 $N=5$ 的移动平均滤波器^[10-12]对信号进行平滑处理,即将连续的信号采样值作为一个长度为 N 的队列,再对信号进行一次新的测量,去掉原数据首项的前提下,对 $N-1$ 项进行前移,接着将新的采样值插入队尾,新的队列的算术平均结果即为处理的结果 $Y(n)$,对信号 ∇G 进行平均滤波处理,所得结果如图 6 所示。

$$Y(n)=\frac{\nabla G(n)+\nabla G(n-1)+\nabla G(n-2)+\nabla G(n-3)+\nabla G(n-4)}{5} \quad (3)$$

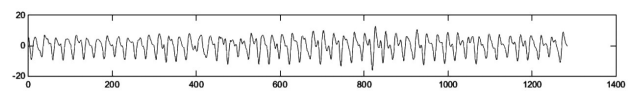


图6 移动平均滤波平滑处理结果

3 纸张计数算法设计

3.1 波形二值化处理

在一维信号 Y (图 6)中,波峰与波谷之间的转化和纸张与间隙之间的转化相呼应,为直观获取纸张及间隙的空间分布情况,选取信号灰度的中值 \bar{Y} 作为阈值,对信号 Y 按式(4)进行二值化^[9]处理,得到脉冲方波 M 如图 7 所示。

$$M=\begin{cases} 255 & Y(n)\geq\bar{Y} \\ 0 & Y(n)<\bar{Y} \end{cases} \quad (4)$$

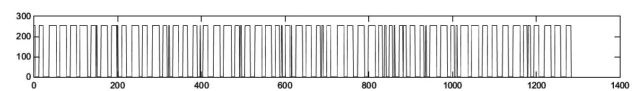


图7 脉冲方波 M

3.2 迭代加权平均法求解宽度

现假设纸张真实宽度均相等,脉冲方波 M 中,灰度值为 255 的各个区间长度粗略认为是纸张的宽度,统计得到长度为 n 纸张厚度序列 $\{l_1, l_2, l_3, \dots, l_n\}$,考虑到所得纸张厚度序列中存在部分异常数据对统计结果造成干扰,笔者提出一种基于均值贴近度的加权平均值算法,算法具体实现步骤如下:

(1)求取原始纸张厚度序列均值 \bar{l} 。

(2)计算序列中各元素与均值 \bar{l} 的绝对距离 f_i ,计算方法见式(5)。

$$f_i = |l_i - \bar{l}| \quad (5)$$

(3)定义贴进度 T_i ,绝对距离反应各元素与均值的距离,故距离应与贴进度成反比,即贴进度的计算式见式(6),通过贴进度可确定各纸张厚度的权重 w_i ,其计算式如式(7)所示。

$$T_i = \frac{1}{f_i} \quad (6)$$

$$w_i = \frac{T_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (7)$$

(4)根据各纸张的权重按照式(8)推导出纸张厚度的加权平均值 ave 。

$$ave = \sum_{i=1}^n w_i l_i \quad (8)$$

(5)结合加权平均值,对纸张厚度序列进行去噪处理,即将均值 ave 与纸张厚度进行对比若满足 $ave > l_i/2$,即认为该纸张厚度为噪声元素,对其进行剔除处理,统计执行该步骤时剔除纸张的数量,若数量为0,增说明统计结果噪声信号以降至最低,即可进入纸张计数阶段,否则更新纸张序列,在此跳至步骤1在此处理。

3.3 纸张计数计算

考虑到扫描过程中存在两张及以上纸张的粘连问题,采用均值比法对纸张厚度进行扩增操作,即将纸张序列中各元素与加权均值进行对比,若满足 $ave \leq (0+0.5) \times l_i$,则认为该位置存在纸张的粘连问题,则在总纸张数量的基础上在加上相应的纸张增量 n 。

4 结果分析

以纸张数为52的扫描(图2)为研究对象,随机选取其二维信号空间中10个高度值,并提取其对应的一维向量分别进行运算,得到纸张计数结果如表1所示,由表1可知,通过该算法统计出的该扫描图的纸张数量为51.7,考虑到实际情况,对计算结果进行取整处理,所得结果为52与实际情况吻合,算法具有较高的准确性,为高效地实现纸张数量的清点提供理论依据。

表1 纸张计数结果

信号空间高度	计算结果数	漏计/误计	准确率
3	53	1	98.08%
10	53	1	98.08%
20	52	0	100%
70	51	1	98.08%
100	51	1	98.08%
183	52	0	100%
256	51	1	98.08%
284	52	0	100%
335	51	1	98.08%
412	51	1	98.08%
平均值	51.7	0.7	98.65%

将该算法的计算结果与传统的Gabor边缘增强算法的计算结果进行比较,结果见表2,对其分析可知,本文算法准确率明显高于传统计算方法。

表2 纸张计数结果情况

算法	实际纸张数	计算结果数	准确率
本文算法	52	52	100%
Gabor边缘增强算法	52	46	88.46

5 结语

(1)对于不同扫描图的纸张计数,计数准确率仍保持98%以上,仅存在一个漏计/误计情况,避免偶然现象,验证了该计数算法的计数效果良好。

(2)本文计数算法抓住扫描图的灰度化图像中灰度值峰谷值与纸张和缝隙变化的对应关系,利用差分方法将该特征放大,接着用移动平均滤波器尽可能降低噪声对于波形的影响,为计数效果的准确性做了较好的铺垫。在计算纸张宽度时,考虑图形中所得每个纸张与真值的贴进程度建立不同的权重,多次迭代直至纸张宽度值收敛,即逼近纸张宽度真值。综上,本文的纸张计算算法的计数效果良好,准确率高,且操作简单易行,具有实际应用价值。

参考文献

- [1]齐龙,蒋郁,李泽华,马旭,郑志雄,汪文娟.基于显微图像处理的稻瘟病菌孢子自动检测与计数方法[J].农业工程学报,2015,31(12):186-193.
- [2]李小龙,马占鸿,孙振宇,王海光.基于图像处理的小麦条锈病菌夏孢子模拟捕捉的自动计数[J].农业工程学报,2013,29(02):199-206+302.
- [3]于萍,步宏,王华,赵高平,张景丽,周桥.免疫组化结果的图像分析与人工计数方法的对比研究[J].生物医学工程杂志,2003(02):288-290.
- [4]顾秀华,王持,周平.基于图像识别的薄板自动计数算法[J].包装学报,2017,9(05):56-61.
- [5]司秀娟,王红强,宋良图.基于图像处理的菌落自动计数系统[J].北京生物医学工程,2017,36(06):633-638.
- [6]赵欣,贾晓剑.一种基于Matlab的谷物颗粒计数方法[J].河南科技学院学报(自然科学版),2017,45(05):65-69.
- [7]谢登玲,李娅宁,徐前明,邵鹏飞,Zachary J.Smith.基于图像的鸡血细胞计数的可行性研究[J].工业控制计算机,2017,30(09):77-78+81.
- [8]李毅,阮秋琦.应用纹理分析的纸张计数算法[J].中国图象图形学报,2004(09):24-30.
- [9]Hong-yang LU, Qie-gen LIU, Yu-hao et al.[J].Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering. 2017,18(11):1874-1883.
- [10]汪超,赵伟,高静怀.一种用于波形反演的改进差分进化算法[J].石油地球物理勘探,2012,47(02):225-230+181.
- [11]黄进文.移动平均滤波对Logistic混沌信号的影响[J].保山学院学报,2015,34(05):18-21.
- [12]彭涛,曹威,卢明,等.基于小波多尺度二值化的铜浮选工况识别[J].仪器仪表学报,2014,35(03):586-592.