

图像拼接在印品检测中的应用研究

易端阳, 唐万有, 郝健强, 蒋瑞雪

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 针对印刷品图像采集过程中单个 CCD 相机无法满足采集要求的问题, 通过采用多 CCD 相机在同一方向上并列, 分割视场, 获得了多幅具有一定重叠区域的图像; 根据 2 幅图像间的重叠区域, 采用改进的模板匹配算法和优化的融合算法实现了图像的拼接, 最终获得了完整的印刷品图像。

关键词: CCD 相机; 视场分割; 模板匹配; 图像融合

中图分类号: TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)05-0111-04

Application Research of Image Mosaic in Print Detection

YI Duan-yang, TANG Wan-you, HAO Jian-qiang, JIANG Rui-xue

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: The existing problem that single CCD can not meet the requirement of print image acquisition was analyzed. The method of using multiple CCD cameras in parallel to divide field of view was put forward. Series of images having overlap of two images region were acquired. The way of improved template matching and optimal fusion algorithm was selected to stitch CCD images and a complete print image was finally gotten.

Key words: CCD camera; image acquisition; template matching; image fusion

为了满足印品高质量的要求, 印品检测技术已经被广泛研究, 通过 CCD 相机采集获得待测的印品图像, 和存储在计算机的标准图像对比, 超过设定的阈值即视为不合格品, 并实现自动剔除^[1-2]。然而在印品图像采集的过程中, 结合采集的机械架构、采集精度等综合因素之后, 确定满足参数要求的 CCD 相机; 相机的采集范围仍小于待测样张的幅宽时, 由于光源系统的限制, 靠加大光路距离很难满足检测要求。笔者采用多个 CCD 相机并行排列同时采集, 达到分割视场的目的^[3]; 将每个 CCD 相机采集到的图像利用一定的拼接算法得到完整的待测印品图像。

1 图像拼接

图像拼接是将一组具有重叠区域的图像集合拼接成一幅完整的无缝的图像的技术。它包括图像配准和图像融合 2 部分, 虽然目前关于图像拼接技术的

原理和方法相对较多, 但是还没有一种通用的拼接方法能够快速高效地实现图像的拼接^[4]。

图像拼接的关键在于图像的配准, 在印刷检测中, 印刷的高速性要求拼接算法能够快速高效地实现图像拼接^[5]。目前常用的配准方法很多, 诸如: 模板匹配、变换域匹配、基于特征图像匹配等等。由于在设计线阵 CCD 排列方式的时候, 使得每 2 幅图像间的重叠区域宽度在很小的像素范围内, 选择模板匹配算法的实时性优于其他算法。

图像融合中, 由于每个 CCD 的性能参数(标准像元数 2 048, 像元尺寸 8 μm)相同, 使用的是同一光源系统(标准平行白光), 所以采集到的每 2 幅图像的重叠区域几何畸变和光照变化非常微小, 所以可以采用定位切割的算法大大减少计算量, 提高算法的速度。

1.1 模板匹配算法原理

模板匹配算法实质是从待匹配图像中取一小块模板窗口, 在参考图像中按一定算法寻找同模板具有相

收稿日期: 2011-12-13

基金项目: 广东省重大科技专项(2010A080402010)

作者简介: 易端阳(1988—), 男, 河南信阳人, 天津科技大学硕士, 主攻印刷品复制技术及质量控制。

通讯作者: 唐万有(1955—), 男, 天津人, 天津科技大学教授, 主要研究方向印刷质量及质量评价系统、印刷设备及性能。

同大小尺寸和图像的目标,确定其坐标位置,见图 1。

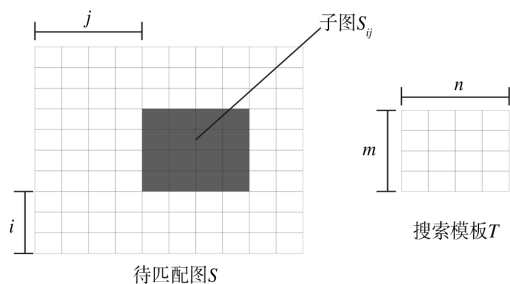


图 1 模板匹配原理

Fig. 1 The principle of template matching

让模板 T 在 S 上搜索移动,模板覆盖下的子图 为 $S(i,j)$, (i,j) 为这块子图的左上角在 S 图中的 坐标,即为参考点。比较 T 和 $S(i,j)$ 的内容,若两者完 全一致,则 T 与 $S(i,j)$ 的差值为 0,而此时该点就是 目标点。在实际中,2 幅图像的重叠区域不可能保证 信息的完全一致,因此 T 和 $S(i,j)$ 的差值为最小即 可。

据上述原理,可以用 $D(i,j)$ 来衡量 T 与 $S(i,j)$ 的相似度, $D(i,j)$ 越小,说明窗口越匹配。

$$D(i,j) = \sum_{m=1}^U \sum_{n=1}^V [S^{i,j}(m,n) - T(m,n)]^2 \quad (1)$$

因此相关函数:

$$R(i,j) = \frac{\sum_{m=1}^U \sum_{n=1}^V S^{i,j}(m,n) \times T(m,n)}{\sum_{m=1}^U \sum_{n=1}^V [S^{i,j}(m,n)]^2} \quad (2)$$

归一化后:

$$R(i,j) = \frac{\sum_{m=1}^U \sum_{n=1}^V S^{i,j}(m,n) \times T(m,n)}{\sqrt{\sum_{m=1}^U \sum_{n=1}^V [S^{i,j}(m,n)]^2} \sqrt{\sum_{m=1}^U \sum_{n=1}^V [T(m,n)]^2}} \quad (3)$$

根据 Cauchy-Schward 不等式可以得到, $0 \leq R(i,j) \leq 1$, 当模板在参考图上搜索所得最大 $R(i,j)$ 处所 对应的点 (i,j) 就是最佳匹配位置。这就是最大相似 测度原理。

1.2 改进的模板匹配算法

通常基于模板匹配算法的图像配准运算量比较 大,匹配速度慢。由于本算法是在 2 幅图像重叠区域 (200 像素以内) 很小的基础上,模板的选择保证信息

量足够,同时模板尽可能小。因为模板重叠区域很 小,所以在模板搜索中,宽度搜索范围选择上取略大 于重叠宽度,避免无用信息的运算^[6]。

为了进一步提高算法的速度,运算时只选用彩色 图像数据中通道中的 R 分量,运算量只相当于全部运 算的 1/3。以下是基于最大相似测度模板匹配的 VC++ 部分代码:

```
... ..
for (k = 0 ; k < 1 ; k ++ ) // k < 1 // 只采
用红色通道信息
{ pixel = * ( (BYTE *) (lpSrc + k) );
templatepixel = * ( (BYTE *) lp TemplateS-
rc + k );
dSigmaS += (double) pixel * pixel ;
dSigmaS - T += (double) pixel * tem-
platepixel ;
}
... ..
if (dSigmaS <= 0 || dSigmaT <= 0)
continue ;
else
// 计算相似性
R = dSigmaS - T / (sqrt (dSigmaS) * sqrt
(dSigmaT) );
if (R > MaxR)
{ MaxR = R ; iMatchX = i ; iMatchY = j ; /
/ i 和 j 是搜索区块中的坐标
}
... ..
```

1.3 图像融合

在完成图像定位之后,需要对图像重叠区域进行 处理,将 2 幅图像以最优的方法融合成一幅完整的图 像^[7]。常用的图像融合算法有 3 种:取单幅图像上的 重叠区域;2 幅图像重叠区域数据的简单平均;渐进 渐出的方法实现平滑过渡。

在 2 幅图像间的光照变化较大时,为了防止拼接 后图像连接处出现明显的接缝,一般采用后 2 种方 法。相比第 1 种算法而言,后 2 种算法都计算量相对 较大。然而,基于图像采集的过程是在同一个光源系 统下进行的,所采用的光源在稳定性和均匀性上非常 良好,而且每个 CCD 相机的性能基本一致,这样图像 重叠区域的畸变和光照变化相当微小。结合上述因

素,考虑到印品检测的实时性,融合算法上选取了第 1 种算法。

设 f_1, f_2 是 2 幅待融合的图像,将 2 幅图像在空间上叠加,得到待求图像为:

$$f = \begin{cases} f_1(x, y) & (x, y) \in f_1 \\ f_2(x, y) & (x, y) \in (f_1 \cap f_2) \\ f_2(x, y) & (x, y) \in f_2 \end{cases}$$

该算法在完成准确匹配后,得到的融合图像的 3 个部分分别是:特征模板以左取第 1 幅图像上数据,特征模板及以右部分均取第 2 幅图像上的数据。这样就避免了加权的平均运算,提高了运算速度。

2 实验及结果分析

为了检验算法的有效性以及对后续检测带来的影响,以 $902 \times 1\,081$ 真彩色图像为例进行拼接和信息误差检测实验。实验计算机配置-处理器 intel corel(TM)2 Quad,主频:2.33 GHz,内存 2 G,运行环境:Windows XP;平台:Visual C++ 6.0;拼接程序 PicMerge 1.0;印品检测系统。

2.1 实验过程

运行 PicMerge 程序,导入左右 2 幅待拼接图片。图片格式均为:彩色 RGB 图像,高度 1081 像素,宽度为 902 像素,左右 2 幅图像重叠区域宽度约 200 像素^[8]。程序运行效果见图 2。



图 2 图像拼接程序运行结果

Fig. 2 Result of image mosaic using program

2.2 检验此算法对印品检测的影响

为了检验此拼接算法获得的图像与实际图像的差别,将原图像与拼接后的图像在印品检测系统中进

行验证。在色差阈值设定为 4 时,未检测到缺陷,说明图像拼接后,所带来的图像色差在可接受范围之内^[9],见图 3。



图 3 印品检测系统验证拼接对后续检测的影响

Fig. 3 Validation of the influence of image mosaic on subsequent printing detection

3 结论

在模板选取适当的条件下,该算法能够准确快速地实现 2 幅图像的拼接,并在印品检测系统中验证了算法的拼接造成的图像数据差异,对印品检测的影响效果的不计较性。尽管为提高速度而尽可能优化算法,但仅图像拼接所需时间已经在 100 ms 左右(上述实验条件下经时间函数测定),仍然不能满足印品检测实时性的要求,因此该算法的研究尚应用在脱机检测阶段。

参考文献:

- [1] 陈世军. 印刷品质量检测与控制[M]. 北京:印刷工业出版社,2008.
CHEN Shi-jun. Printing Quality Detection and Control [M]. Beijing, Printing Industry Press, 2008.
- [2] 蔡叶菁,彭涛. 机器视觉在包装检测过程中的应用研究[J]. 包装工程,2002,23(2):45-48.
CAI Ye-jing, PENG Tao. The Research of Packaging-checking Based on Application of Machine Vision [J] Packaging Engineering, 2002, 23(2): 45-48
- [3] 黄萍莉,岳军. 图像传感器 CCD 技术[J]. 记录与介质, 2005(1):50-54.
HUANG Ping-li, YUE Jun. CCD Image Sensor Technol-

- ogy[J]. Recording and Medium, 2005(1): 50-54.
- [4] CHOI Yoon-seok, KOON Bon-ki, LEE Ji-hyung. Template Based Image Mosaics[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2007: 305-350.
- [5] 马令坤, 张震强. 图像拼接方法研究[J]. 微机信息, 2007(02X): 303-305.
- MA Ling-kun, ZHANG Zhen-qiang. Research on Image Mosaic[J]. Computer Information, 2007(02X): 303-305.
- [6] 杨枝领, 王开. Visual C++ 数字图像获取处理及实践应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- YANG Zhi-ling, WANG Kai. Visual C++ Digital Image Processing and Applications[M]. Beijing: People Post and Telecommunications Press, 2003.
- [7] 赵娟, 孙澎涛. 基于像素级的图像融合[J]. 长春工程学院学报, 2011, 12(2): 106-108.
- ZHAO Juan, SUN Peng-tao. The Image Fusion Based on Pixel-level[J]. Changchun Inst Tech, 2011, 12(2): 106-108
- [8] BRADSKI Gary, KAEHLER Adrian. Learning OpenCV. O'Reilly Media[M]. 2008
- [9] 徐敏, 唐万有, 马千里. 基于 Blob 算法的印刷缺陷在线检测的研究[J]. 包装工程, 2011, 32(9): 20-23.
- XU Min, TANG Wan-you, MA Qian-li, et al. Research of Printing Defect On-line Detection Based on Blob Algorithm[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(9): 20-23.

~~~~~

(上接第 65 页)

- ZHENG Zhi-rong, ZHONG Xuan. On the Study of Green Enviroment-Friendly Flame Retardants [J]. Journal of Zhejiang Textile & Fashion Vocational College, 2007, 6(4): 10-14.
- [7] 羧甲基纤维素. 百度百科词条[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/1379484.htm>.
- Carboxy Methyl Cellulose [EB/OL]. <Http://Baike.Baidu.Com/View/1379484.Htm>.
- [8] 李国华, 王林静. 试论用氧指数评价燃烧性能级别[J]. 山东消防, 1998(12): 41.
- LI Guo-hua, WANG Lin-jing. Try to Talk about with the Oxygen Index Evaluation Combustion Performance Level [J]. Shandong Fire, 1998(12): 41.
- [9] 氧指数. 百度百科词条[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/348364.htm>.
- Oxygen Index [EB/OL]. <Http://Baike.Baidu.Com/View/348364.Htm>.
- [10] 姚洪波. 路用阻燃沥青的性能与阻燃机理研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2008.
- YAO Hong-bo. With the Performance of Asphalt Road Flame Retardant and Its Mechanism [D]. Changsha: Changsha University of Science And Technology, 2008.

~~~~~

(上接第 85 页)

- [6] 韩金宏, 蒋跃明, 励建荣. 杨梅果实采后生物学和贮运保鲜技术研究进展[J]. 亚热带农业研究, 2005, 2(1): 9-10.
- HAN Jin-hong, JIANG Yue-ming. Advances in Postharvest Biology and Handling of Red Bayberry During Storage, Transportation and Distribution[J]. Subtropical Agriculture Research, 2005, 2(1): 9-10.
- [7] 张方洪, 董传万. 杨梅保鲜问题中的功能性包装设计[J]. 包装工程, 2004, 25(4): 142-143.
- ZHANG Fang-hong, DONG Chuan-wan. Functional Packaging Design for Keeping the Fruit of Waxberry Fresh[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4): 142-143.
- [8] 张立德, 牟季美. 纳米材料和纳米结构[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- ZHANG Li-de, MOU Ji-mei. Nanometer Materials and Nanometer Structure[M]. Beijing: Science Press, 2001.
- [9] YANG Zhen-feng, ZHENG Yong-hua, CAO Shi-feng, et al. Effects of Storage Temperature on Textural Properties of Chinese Bayberry Fruit[J]. Journal of Texture Studies, 2007, 38: 166-177.
- [10] 徐雪权, 陈晓强, 黄士文, 等. 慈溪市横河镇杨梅包装的发展、存在问题与对策[J]. 农技服务, 2010, 27(7): 950-951.
- XU Xue-quan, CHENG Xiao-qiang, HUANG Tu-wen, et al. The Development, Problem and Countermeasures of Waxberry Packing in Henghe Town Cixi City[J]. Agricultural Services, 2010, 27(7): 950-951.