

H-Cb混合颜色模型下快递单手写体提取算法研究

姜继春, 王晓红, 许秦蓉

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: **目的** 在不受光照条件的影响下, 利用H-Cb混合颜色模型, 提取快递单底单图像手写体文字信息。 **方法** 首先将图像从RGB颜色空间分别转换到HSI颜色空间和YCbCr颜色空间; 然后将改进的YCbCr颜色空间的Cb颜色分量与HSI颜色空间的H颜色分量进行信息融合; 最后对提取出的手写体文字信息进行阈值和反相处理, 并将该算法提取结果与基于YCbCr颜色空间Cb颜色分量阈值分割方法和基于Lab颜色空间的手写文字聚类算法的提取结果, 在分割效果、文字识别率上进行对比。 **结果** 利用H-Cb混合颜色模型检测出的手写体文字更准确, 具有更高的识别率, 在理想文字切分条件下识别率达96%。 **结论** 使用H-Cb混合颜色模型提取手写文字受光照条件影响小, 提取出的图像噪声小、识别率高, 算法简单可行, 为彩色图像的检测与判定技术提供了支撑。

关键词: H-Cb混合颜色模型; 手写体文字; 识别率; 提取算法

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)19-0114-05

Handwritten Text Extraction of the Express List Based on H-Cb Mixed Colour Model

JIANG Ji-chun¹, WANG Xiao-hong², XU Qin-rong²

(Shanghai University of Science and Technology, Shanghai 200093, China)

ABSTRACT: **Objective** To extract handwritten text information from the express lists using the H-Cb color mixing model without the effect of illumination conditions. **Methods** Firstly, the image was converted from RGB color space to HSI color space and the YCbCr color space. Then the Cb color component of the improved YCbCr color space was combined with the H color component of the HSI color space. Finally, threshold processing and inverse processing were conducted on the extracted handwritten text information. The extracting results of this algorithm were compared with the threshold segmentation using Cb color components of the YCbCr color space and handwritten text clustering algorithm based on Lab color space in terms of segmentation results and character recognition rate. **Results** The handwritten text detected using the H-Cb mixed color model was more accurate, and had a higher recognition rate. Under the conditions of ideal character segmentation, the recognition rate reached up to 96%. **Conclusion** Using H-Cb mixed color model to extract handwritten text could avoid the effect of illumination conditions, and the extracted image had few noises and high recognition rate, and this algorithm was simple and feasible, which provided support for the detection and decision technology of color image.

KEY WORDS: H-Cb mix color model; handwritten text; recognition rate; extraction algorithm

目前,对于快递单、信函、支票等包含个人重要信息的文字提取与识别算法的研究主要针对于灰度图像。为了达到较好的提取效果便于计算机自动识别,

往往需要对采集的图像进行光照补偿,以消除光照不均匀的影响。同时,还需要去除图像中的印章、条形码、表格、基准线等干扰因素,这给图像处理增加了一

收稿日期: 2014-05-03

基金项目: 上海市研究生创新基金项目(JWCXSL1302)

作者简介: 姜继春(1989—),女,山东菏泽人,上海理工大学硕士研究生,主攻数字图像处理。

定的难度。不仅算法耗时较多,而且往往造成文字字符的误分割,不利于自动化的文字识别^[1-2]。

同一家公司快递单上手写文字信息笔画、字符大小粗细有差异,但在色度上却比较接近,有利于利用图像的颜色信息进行文字提取。针对光照不均匀和有阴影的快递单手写文字分割不准确的现状,提出了基于H-Cb混合颜色模型的手写文字提取算法。该算法结合手写文字像素在改进后的YCbCr颜色空间和HSI颜色空间上的分布特征,构建H-Cb混合颜色模型。

1 颜色空间选择及H-Cb混合颜色模型

1.1 颜色空间选择

因为文字分割的精度直接影响文字识别率,所以选择合适的颜色空间用于文字提取非常重要。RGB颜色空间中3个分量都含有亮度信息,且3个分量之间存在相关性,不利于文字的检测和分割。而去除这种相关性的方法就是将RGB颜色空间表示的图像转换到亮度和色度分离的颜色空间。颜色空间是彩色图像处理理解和分析的基础,颜色空间选取的合理性将直接影响彩色图像的处理方法及效果。基于彩色空间的文字检测和提取使用到的颜色空间主要有Lab颜色空间、YUV颜色空间、YIQ颜色空间、YCbCr颜色空间和HSI颜色空间等。其中,YCbCr颜色空间是由RGB颜色空间线性变换得到的,具有算法运行速度快,亮度Y和色度Cb和Cr可以很好地分离的优点;HIS颜色空间是由RGB非线性变换得到的,虽然颜色转换相对复杂,但其H通道(色调通道)在受光照不均匀图像影响条件下,能较好地根据图像色调范围的不同,定位出研究对象。由此,选用这2种颜色空间进行底单手写文字的分割^[3-4]。

1.2 改进YCbCr颜色空间

在快递底单手写文字建模时会用到YCbCr颜色空间,需要进行RGB与YCbCr颜色空间的转换。RGB与YCbCr颜色空间之间的转换关系为:

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 & 0 \\ 10.1687 & 10.3313 & 0.4990 & 128 \\ 0.5000 & 10.4187 & 0.0813 & 128 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中,Y代表亮度分量值, C_b 代表蓝色色度分量值, C_r 代表红色色度分量值。在该研究中,因为提取的手写文字信息来源于快递底单,其颜色统一为蓝色,所以试图通过Cb颜色分量来提取所需要的手写文字信息。为了突出提取的手写文字信息,削弱图像中非手写文字背景信息,在经过大量的实验研究后,对Cb颜色分量转换关系进行修正,Y分量和Cr分量不做处理。改进Cb分量后RGB与YCbCr之间的转换关系为:

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 & 0 \\ 10.1687 & 10.5323 & 0.2990 & 128 \\ 0.5000 & 10.4187 & 0.0813 & 128 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

光照不均匀原图及公式修正前、后Cb颜色分量图和直方图见图1。

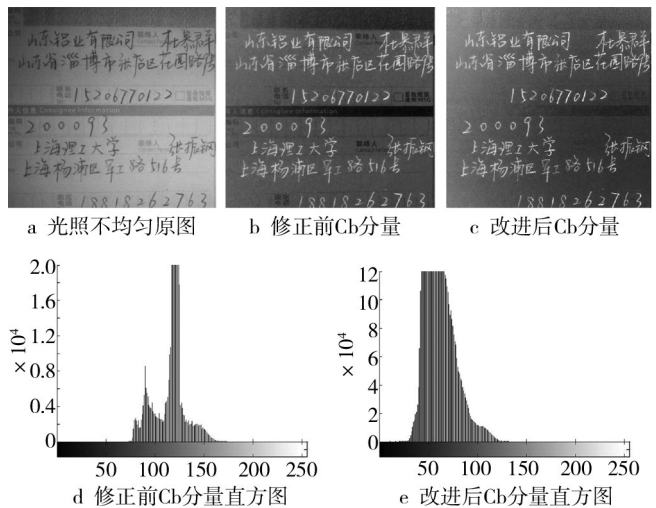


图1 光照不均匀原图及公式修正前、后Cb颜色分量和直方图

Fig.1 The uneven illumination image and the Cb color component diagram and histogram figures before and after correction

从图1c可以直观地看出,手写文字信息增强,背景信息的干扰减弱。经大量的实验研究和分析发现Cb颜色分量中手写文字部分阈值分布大致集中在50~130之间。改进后的Cb颜色分量转换关系使整幅图像的阈值范围缩小,从而更有利于文字与背景的分割。研究发现,单独使用改进后的Cb颜色分量信息能很好地分离光照均匀部分的手写文字信息,且字符间笔画清晰、不粘连。但是,当采集的图像光照不均匀时,容易造成手写文字与背景信息的重叠,不利于分割^[5-6]。

1.3 HSI颜色空间

HSI 色彩空间是从人的视觉系统出发,用色调(Hue)、色饱和度(Saturation或Chroma)和亮度(Intensity或Brightness)来描述色彩。人的视觉系统经常采用HSI色彩空间,它比RGB色彩空间更符合人的视觉特性。在图像处理和计算机视觉识别中,大量算法都可在HSI色彩空间中方便地使用,可以分开处理而且是相互独立的^[7]。因此,在HSI色彩空间可以大大简化图像分析和处理的工作量。HIS颜色模型中I分量与图像的彩色信息无关,H分量和S分量与人感受颜色的方式是紧密相联的。由于研究对象快递底单手写文字为蓝色,且图像受光照影响较大,这使得H颜色分量非常适合手写文字的检测与分析。

在HSI颜色空间H颜色分量下,利用快递底单手写文字颜色信息与背景颜色的不同,很容易将手写文字块分离。但经过大量研究发现,分割后的图像容易出现文字笔画的聚集现象,降低了手写文字与背景之间的可分辨性。

1.4 H-Cb颜色分量融合模型

在对单独使用改进后YCbCr颜色空间Cb颜色分量和单独使用HSI颜色空间H颜色分量,分离快递底单手写文字的各自特点进行分析之后,提出了H-Cb颜色分量混合模型。通常颜色空间的组合应遵循的原则是:选择手写文字分布紧密且与背景颜色信息交迭少的颜色分量作为第1分量;根据优势互补性原则选取其余的颜色分量。在描述常用颜色时,要求组合的颜色模型具有完备性,即各颜色空间基本能囊括常见的颜色。

实际上,以颜色互补性和完备性为规则构造的颜色空间在图像分割应用中不一定是最佳的,完全可以选择在实际应用中鉴别效果较好的颜色空间。在这里,根据快递底单颜色的特殊性,将改进后的YCbCr颜色模型中的Cb分量作为第1颜色分量,与HSI颜色模型中H颜色分量进行融合,构造了H-Cb颜色融合模型。实验结果表明,该颜色分量融合模型能够完整和准确地描述研究对象,融合模型运算相对简单,在融合过程中减少了大量图像噪声的存在,且新的颜色分量混合模型在处理图像时具有不受图像光照分布不均匀影响的优点。因此,在H-Cb模型中进行手写

文字的分割提取^[8-10]。

实验表明,新的H-Cb混合颜色模型在手写体文字提取方面具有以下优点^[11-13]。

1) 算法运算简单。从HSI颜色空间中提取出的H颜色分量和从改进后的YCbCr颜色空间中提取的Cb颜色分量,只需简单的阈值分割即可得到手写文字区域,颜色分量融合时也只是简单的逻辑与运算。

2) 减少图像噪声。算法集中了单独采用H颜色分量分割和单独采用Cb颜色分量分割的优点,在融合过程中去除了大量的噪声,使检测出的手写文字信息更准确。

3) 对于不均匀光照条件下的快递底单图像,不经过光照补偿处理也能取得良好的分割效果,排除了光照不均匀对图像的影响,降低了图像处理的难度。

2 实验仿真与分析

2.1 实验流程

在手写文字分割过程中,除了需要完成基本的图像检测外,还要对图像进行预处理、图像分割以及分割后的图像后期处理等操作^[14]。根据实验方案与算法结构,通过Matlab软件进行仿真实验,对各种类型快递底单进行检测和结果分析。实验流程见图2。

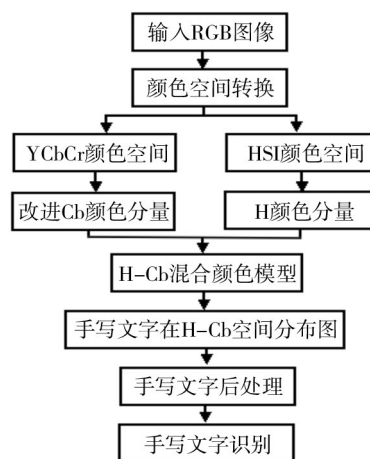


图2 实验流程

Fig.2 Experimental flow chart

2.2 实验仿真与分析

在实验操作过程中,为了体现颜色混合模型的优

势,选取放大后处理的图像进行分析。对于改进后颜色分量Cb和颜色分量H的分割采用2级阈值分割算法,整个方案在Matlab程序下进行仿真实验,截取部分图像实验结果见图3。

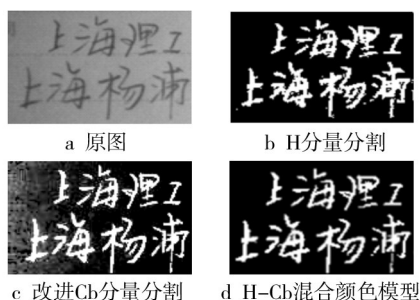


图3 截图实验结果

Fig.3 Experimental result of part of the image

从图3可以看出,H分量分割图虽不受光照条件的影响,但文字块聚集现象比较严重,不利于文字的正确判读;改进的Cb颜色分量文字分割比较清晰,笔画不粘连,但受光照影响较大;H-Cb混合颜色模型下分割的图像集中了H分量和改进的Cb颜色分量的优点,从而提高了手写文字识别的正确率。

2.3 实验结果对比分析

为了更进一步说明采用H-Cb颜色分量融合后在分割手写文字效率和识别率上的优势,将该分割方法与基于Lab颜色空间的手写文字聚类算法和基于YCbCr颜色空间的快递单手写文字分割方法进行对比^[15-16]。实验结果见图4。

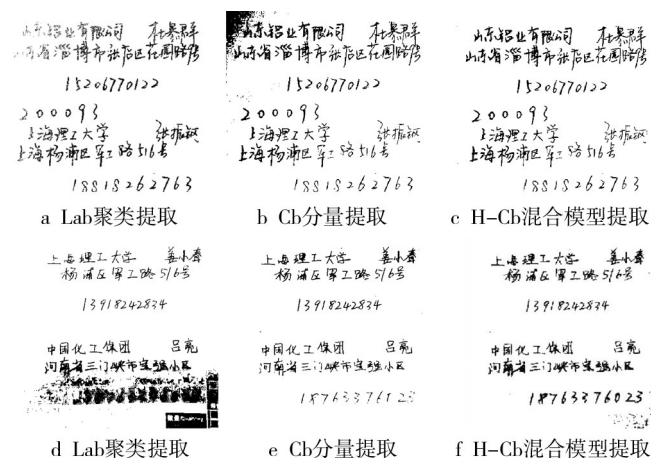


图4 不同颜色空间文字提取效果

Fig.4 Text extraction effect of different color space

从4图可以看出,Lab颜色空间的手写文字聚类算

法容易受光照不均匀图像的影响,且Lab颜色空间聚类出的手写文字受聚类中心的影响较大,手写文字周围噪声点较多,文字易粘连;基于YCbCr颜色空间的快递单手写文字分割方法能很好地分离光照均匀部分的手写文字信息,且字符间笔画清晰、不粘连。但是,当采集的图像光照过暗时,容易造成手写文字与背景信息的重叠,过亮时手写文字笔画易断裂,不利于分割;H-Cb颜色分量融合算法在未经过光照补偿处理的情况下,也能取得良好的分割效果,排除了光照不均匀对图像的影响,且在融合过程中去除了大量的噪声,降低了图像处理的难度^[17]。

对于手写文字识别效果的评价借助于汉王文本王OCR文本识别软件。采用字符识别率CRR(Character recognition rate)来衡量3种不同手写文字提取方式的分割效果。CRR通过对分割文字的识别结果统计得到:

$$CRR = N_c / N \quad (3)$$

式中, N 为手写文字中有效字符总数, N_c 表示汉王OCR软件能够正确识别的字符总数,数值由人工统计计算得到。

实验采用了300张不同光照条件下、不同书写情况的试验样本。在汉王OCR软件手动理想分割字符条件下,H-Cb混合颜色模型、YCbCr颜色空间阈值和Lab颜色空间值聚类分割方法对不同手写文字的分割识别率分别为96%,85%和79%。H-Cb混合颜色模型分割的文字识别率较好,识别率高。综合手写文字的检测效果和文字识别率,所采用的H-Cb颜色混合模型在检测效果和提取效果上均优于其他文字提取方式,在快递单底单手写文字分割提取或者其他彩色图像检测领域具有较好的应用前景。

3 结语

利用改进后的YCbCr颜色空间Cb颜色分量融合HSI颜色空间H颜色分量信息,提取手写体文字信息的方法,具有分割图像效果好、方法简单、分割后文字识别率高且不受光照条件影响的优点。对于不同类别快递单,背景信息颜色可能不同,但都可以仿照此方法实现手写体和背景的分离。文字切分的正确性直接关系手写文字识别率的大小,手写文字的正确切分是目前正在开展和以后要做的工作。

参考文献:

- [1] 叶龙欢,王俊峰,高琳,等.复杂背景下的票据字符分割方法[J].计算机应用,2012(11):3198—3200.
YE Long-huan, WANG Jun-feng, GAO Lin, et al. Segmentation Method of the Characters in Complex Background[J]. Computer Applications, 2012(11):3198—3200.
- [2] XI Di-hua, LEE S W. Reference Line Extraction from Form Documents with Complicated Backgrounds[C]// Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition, 2003:1080—1084.
- [3] XI Di-hua, KAMEL M. Extraction of Filled in Strokes from Cheque Image Using Pseudo 2D Wavelet with Adjustable Support[J]. IEEE International Conference on Image Processing, 2005(2): II-550—3.
- [4] 姚军财.一种基于YCrCb颜色空间和视觉特性的彩色图像水印技术[J].包装工程,2012,33(9):111—116.
YAO Jun-cai. Color Image Watermarking Based on YCrCb Color Space and the Visual Characteristics[J]. Packaging Engineering, 2012,33(9):111—116.
- [5] 姜继春,王晓红,许秦蓉.基于YCbCr颜色空间的快递单手写文字分割[J].包装工程,2014,35(5):121—125.
JIANG Ji-chun, WANG Xiao-hong, XU Qin-rong. Handwritten Text Extraction Algorithm Based on the YCbCr Color Space[J]. Packaging Engineering, 2014,35(5):121—125.
- [6] 王建国,华继钊,杨静宇.基于新颜色空间YCbCr的复杂背景图像下的肤色区域检测[J].计算机科学,2007(8):229—231.
WANG Jian-guo, HUA Ji-zhao, YANG Jing-yu. Research on Face Detection Algorithm Based on a New Color Space YCbCr[J]. Computer Science, 2007(8):229—231.
- [7] 庞晓敏,闵子建,阚江明.基于HSI和LAB颜色空间的彩色图像分割[J].广西大学学报:自然科学版,2011(6):976—980.
PANG Xiao-min, MIN Zi-jian, KAN Jiang-ming. Color Images Segmentation Based on HSI and LAB Color Space[J]. Journal of Guangxi University: Natural Science Edition, 2011(6):976—980.
- [8] 王建国,华继钊,杨静宇.基于YCbCr颜色空间的光照自适应的肤色区域检测[J].计算机应用研究,2008(2):467—468.
WANG Jian-guo, HUA Ji-zhao, YANG Jing-yu. Adaptive Light Detection of Skin Color Based on YCbCr Color Space[J]. Computer Application Research, 2008(2):467—468.
- [9] LAM P S, BOUZERDOUM A, CHAI D. A Novel Skin Color Model in YCbCr Color Space and Its Application to Human Face Detection[J]. Image Processing, International Conference on, 2002(1):I-289—I-292.
- [10] 江凤兵.基于RGB-H-CbCr新颜色空间的肤色检测算法研究[J].科技广场,2011(9):34—38.
JIANG Feng-bing. The Study of Skin Detection Algorithms Based on the RGB-H-CbCr New Color Space[J]. Technology Square, 2011(9):34—38.
- [11] 刘鸣,徐光柱,何艳.快递单扫描图像中的用户手写信息区域的定位与处理[J].电脑知识与技术,2012(32):7819—7821.
LIU Ming, XU Guang-zhu, HE Yan. Handwritten Information Area Positioning and Processing of Scanned Express Delivery[J]. Computer Knowledge and Technology, 2012(32):7819—7821.
- [12] LI Li-jie, LI Jin, WANG Lei. An Integration Text Extraction Approach in Video Frame [C]// 2010 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 2010:2115—2120.
- [13] FU Xiao-ling, GAO Hua. Gray-based News Video Text Extraction Approach[C]// 2010 5th International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology, 2010:208—211.
- [14] 龙永红.基于自适应混合颜色空间的图像分割在药片泡罩包装检测中的应用[J].包装工程,2006,27(3):85—86.
LONG Yong-hong. Image Segmentation Application in the Tablet Blister Packs Detection Based on Adaptive Hybrid Color Space[J]. Packaging Engineering, 2006,27(3):85—86.
- [15] 吴琰嘉,唐正宁,李俊锋. CIEL*a*b*色空间中基于爬山聚类算法的网点面积率检测研究[J].包装工程,2012,33(19):149—152.
WU Yan-jia, TANG Zheng-ning, LI Jun-feng. Dot Area Rate Detection Research Based on Climbing Clustering Algorithm Under CIEL*a*b* Color Space[J]. Packaging Engineering, 2012,33(19):149—152.
- [16] 姜继春,王晓红,许秦蓉.基于Lab颜色空间的手写文字提取算法研究[J].包装工程,2014,35(7):139—143.
JIANG Ji-chun, WANG Xiao-hong, XU Qin-rong. Handwritten Text Extraction Algorithm Based on the LAB Color Space[J]. Packaging Engineering, 2014,35(7):139—143.
- [17] 张烨,孙刘杰.手背静脉图像二值化阈值算法[J].包装工程,2011,32(9):90—93.
ZHANG Ye, SUN Liu-jie. Image Binarization Threshold Algorithm About Dorsal Hand Vein[J]. Packaging Engineering, 2011,32(9):90—93.