

基于 Lab 颜色空间的手写文字提取算法研究

姜继春, 王晓红, 许秦蓉

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: **目的** 研究颜色空间聚类在彩色手写体文字提取方面的应用。**方法** 分别在 Lab, LUV, YCbCr 颜色空间以及 YIQ 颜色空间下, 进行手写体文字图像聚类效果的分析比较, 并结合空间域滤波增强与边缘检测技术提取出所需要的手写体文字信息。**结果** 所选择研究对象在 Lab 颜色空间下对手写体文字具有较好的提取效果, 有利于后续的文字识别。**结论** 颜色空间聚类方法能有效避免灰度转换造成颜色信息丢失而引起的误判, 在保证原有阈值分割算法快速、简单的前提下, 能够对彩色图像进行更为准确的分割。

关键词: 颜色空间; K 均值聚类; 滤波; 边缘检测

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1001-3563(2014)07-0139-05

Handwritten Text Extraction Algorithm Based on the Lab Color Space

JIANG Ji-chun, WANG Xiao-hong, XU Qin-rong

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

ABSTRACT: **Objective** To study the application of color space clustering in handwritten text extraction. **Methods** The comparative effectiveness analysis of handwritten text clustering was implemented in Lab, LUV, YCbCr and the YIQ color space, respectively. Combining the spatial filtering enhancement and edge detection technique, the handwritten text information needed was extracted. **Results** In this paper, the selection of research object in Lab color space showed a better result of handwritten text extraction, which was conducive to the subsequent text recognition. **Conclusion** Dose color space clustering can not only avoid misjudge caused by loss of color information resulted from gray-scale transformation, but also achieve more accurate segmentation of color images while preserving the fast and simple advantages of the original threshold segmentation algorithm.

KEY WORDS: color space; K-means clustering; filtering; edge detection

现实生活中有很多带有文字的场景,如路牌、车站牌、店名、商品简介等,其中有些是打印体,有些是手写体,想要获得这些处于自然场景中的文字,依靠的方式显然并不实际。目前,对于汉字打印体识别的研究大多基于汉字轮廓特征,对于如何从复杂背景中提取手写体文字信息国内相关研究较少。刘鸣等人利用快递单打印字体颜色色差二值化化图与原图结合得到手写文字信息,但由于打印字并非纯色,得到

的手写文字信息周围存在很大噪声^[1]。

文中主要研究在硬件设备有限的条件下,基于图像颜色特征掌握手写体文字信息。通过在 Lab 颜色空间、LUV 颜色空间、YCbCr 颜色空间以及 YIQ 颜色空间下图像聚类效果的分析比较,得出文中所选择的 Lab 颜色空间对于手写体文字具有较好的提取效果,有利于后续的文字识别。该研究对如何有效地从简单的拍摄设备所获得的复杂背景彩色图像中提取和

识别文字有着重要的意义^[2]。

1 颜色空间

1.1 Lab 颜色空间

Lab 色彩空间是由 CIE(国际照明委员会)于 1976 年公布的一种色彩模式,是均匀颜色空间。由 1 个亮度分量 L ,以及 2 个色度分量 a 和 b 来表示颜色。在一幅图像中,每一个像素有对应的 Lab 值, L 代表亮度值,保存图像的亮度信息,没有任何颜色信息。当图像有点暗或者有点亮时,可以转换到 Lab 颜色空间下,单独对 L 进行亮度调整,而不影响对比度和饱和度。 a 代表红-绿过渡, b 代表蓝-黄过渡。 L 取值为 0~100(纯黑—纯白), a 取值为+127~-128(洋红—绿), b 取值为+127~-128(黄—蓝)。

Lab 颜色空间把人类的视觉感应通过数字来表示,避免了像 RGB 颜色空间那样受设备的限制。由此,从某一方面上讲,Lab 颜色空间弥补了 RGB 颜色空间和设备色彩特性息息相关的不足^[3]。基于在域范围大小,图像处理速度,与颜色信息表达能力等特点,Lab 颜色空间在数码摄影、平面设计、照片修正、印前处理等行业都有很好的应用,随着技术不断发展和成熟,在图像处理领域具有其举足轻重的地位^[3-4]。

1.2 其他颜色空间

1.2.1 YUV 颜色空间

YUV(亦称 YCrCb)是被欧洲电视系统所采用的一种颜色编码方法(属于 PAL),是 PAL 和 SECAM 模拟彩色电视制式采用的颜色空间。YUV 主要用于优化彩色视频信号传输,与 RGB 视频信号传输相比,其最大的优点在于只需占用极少的频宽(RGB 要求 3 个独立的视频信号同时传输)。其中“Y”表示明亮度,也就是灰阶值;“U”和“V”表示色度,用于描述影像色彩及饱和度,并指定像素的颜色。“亮度”是透过 RGB 输入信号来建立的,方法是将 RGB 信号的特定部分叠加到一起。“色度”定义了颜色的色调与饱和度,分别用 Cr 和 CB 来表示,Cr 反映了 RGB 输入信号红色部分与 RGB 信号亮度值之间的差异,CB 反映了 RGB 输入信号蓝色部分与 RGB 信号亮度值之间的差异^[5-6]。

1.2.2 HSV 颜色空间

彩色图像通常用 R,G,B 3 个分量值来表示。 R ,

G,B 这 3 个分量是高度相关的,只要亮度改变,3 个分量都会相应改变。比较接近人眼的色彩感知空间是色调、饱和度和亮度空间。HSV 颜色空间有 H,S,V 3 个颜色分量,分别表示色调、饱和度、亮度。 H 用角度来表示, $H \in [0^\circ, 360^\circ]$,红、绿、蓝分别相隔 120° ,互补色分别相差 180° 。 S 为一比值, $S \in [0, 1]$,它表示所选颜色的纯度和该颜色最大纯度之间的比率, $S=0$ 时,只有灰度。 V 表示色彩的明亮程度, $V \in [0, 1]$ 。

色调和饱和度统称色度,它既说明了彩色的波长成分分布,又说明了这种彩色光的深浅浓淡(掺白的多少)。亮度分量与彩色信息无关。文中选择 HSV 颜色空间,对图像进行了颜色聚类分析^[7]。

2 算法思想与流程设计

文中提出的算法是基于 Lab 颜色空间和 K 均值聚类的彩色图像分割。Lab 色彩空间可以定量地描述不同的颜色,所有的颜色信息包含在 a 和 b 颜色分量信息中。由此可以利用 a 和 b 分量对颜色进行聚类,并结合欧氏距离来衡量颜色的不同。文中用 K 均值对图像进行聚类,其基本思想是同一类目标区域间像素之间的距离尽可能的小,不同类像素之间的距离尽可能的大。 K 均值聚类在众多聚类分析算法中,具有算法简单、易实现和聚类效果稳定等优点,目前已成为应用最广泛的方法^[8]。

文中首先对采集到的快递单图像进行预处理、图像增强处理,然后分别在 Lab, YUV 和 HSV 颜色空间下进行 K 均值聚类图像分割。通过分析比较,选择针对文字信息聚类提取最好的颜色空间。然后将分割结果进行滤波处理,最后进行边缘检测以获得更清晰的文字信息。具体分割算法流程见图 1。

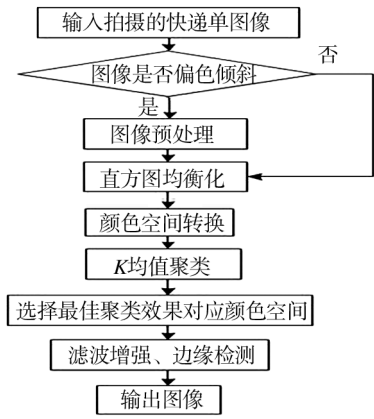


图 1 算法流程

Fig. 1 Algorithm flow chart

3 算法实现与分析

3.1 直方图均衡化

直方图均衡化是在图像处理领域中利用图像直方图对对比度进行调整的方法。该方法通常用来增加许多图像的局部对比度,尤其是当图像有用数据的对比度相当接近时。通过这种方法,亮度可以更好地在直方图上分布,可用于增强局部对比度而不影响整体对比度,直方图均衡化通过有效地扩展常用的亮度来实现这种功能。由于各种拍摄条件的限制,导致图像的对比度比较差,图像的直方图分布不够均衡,主要的元素集中在几个像素值附近,通过直方图均衡化,使图像中各个像素值尽可能均匀分布或者服从一定形式的分布,从而提高图像的对比度^[9-10]。采集到的原图像见图 2,经过直方图均衡化处理后的图像见图 3。



图 2 原图像
Fig. 2 Original image



图 3 直方图均衡化后的图像
Fig. 3 Image after histogram equalization

原图像是用手机随机拍摄的一幅图像,可以看出原图像存在光照偏暗,对比度不够等缺陷,经过直方图处理后图像的对比度明显增强。

3.2 K 均值聚类

在 Lab 颜色空间可以利用 a 和 b 分量对颜色进

行聚类。文中采用 K 均值对图像进行聚类,其基本思想是同一类目标区域间像素之间的距离尽可能的小,不同类像素之间的距离尽可能的大。 K 均值聚类需要先确定聚类的类数和距离量度,以确定被分成的类数和衡量像素之间的相似程度。根据选择快递单据的颜色特征,使用欧氏距离将图像聚成 3 类, K 均值聚类算法步骤如下所述。

步骤 1:初始化。计算所有样本数据的均值作为第 1 簇的中心: $m_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, 并且设置 $q=1$ 。

步骤 2:终止条件为 $q=q+1$ 。若 $q>k$,转到步骤 5。

步骤 3:寻找下一个簇中心。以 $m_1, m_2, \dots, m_{q-1}$ 为前 $q-1$ 个簇中心,计算

$$b_n = \sum_{i=1}^n \max(d_{k-1}^j - \|x_n - x_j\|^2, 0)$$

选择 b_n 最大的样本点 x_n 作为第 q 个簇的初始中心,令 $y_q = x_n$ 得到各簇新质心 $y_1, y_2, \dots, y_q$ 。其中, d_{k-1}^j 表示 x_j 与最近簇中心的距离,也就是 x_j 距离它所属中心的距离。

步骤 4:算法循环。令 $m_i = y_i, i=1, 2, \dots, q$, 转到步骤 2。

步骤 5:聚类算法。结合得到的聚类中心,应用 K 均值聚类算法进行聚类分析,得到聚类结果,算法终止。

在上述算法中,首先利用循环得到聚类中心,然后利用聚类算法得到聚类结果。用算法对图像分别进行 Lab, YUV, HSV 颜色空间的聚类分割,得到初始分割结果^[11]。根据图像特征使用欧式距离将图像聚成 3 类,每一类用不同标号。

Lab 颜色空间颜色聚类效果见图 4。

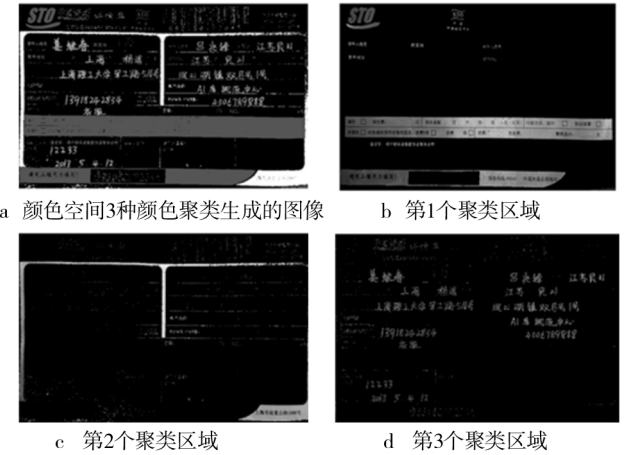


图 4 Lab 颜色空间颜色聚类效果
Fig. 4 Color clustering effect in Lab color space

YUV 颜色空间颜色聚类效果见图 5。

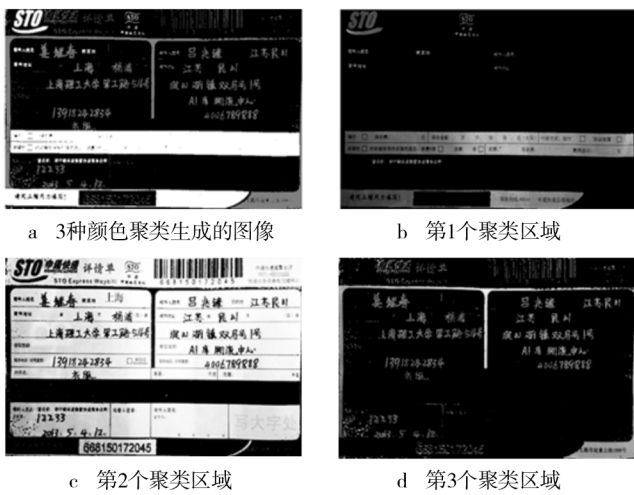


图 5 YUV 颜色空间颜色聚类效果

Fig.5 Color clustering effect in YUV color space

HSV 颜色空间颜色聚类效果见图 6。

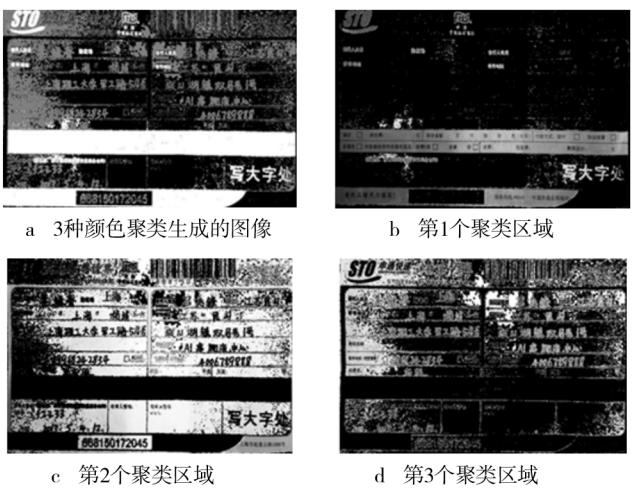


图 6 HSV 颜色空间颜色聚类效果

Fig.6 Color clustering effect in HSV color space

图 4—6 中第 3 个聚类区域即所要提取的手写体文字信息。从图 4—6 可以看出,在 Lab 颜色空间下 K 均值聚类方法能够很好地将同一类目标区域与其他区域分割开来;采用 YUV 颜色空间经 K 均值聚类后得到的文字信息含有部分背景颜色信息,提取效果较差;采用 HSV 颜色空间下 K 均值聚类提取目标文字效果更差。因此选择 Lab 颜色空间来提取所需要的手写文字信息。由于 Lab 颜色空间下 K 均值聚类后文字清晰度不够,文字与背景间对比度不理想,不利于后续的文字识别,所以将进一步对聚类后的图像进行线性空间滤波增强处理。

3.3 线性空间滤波增强

图像增强按所用方法可分成频率域法和空间域法,在比较频率域与空间域图像增强处理后的结果后,文中选择在空间域内直接对图像的像素进行处理。在线性空间滤波增强算法简单易操作、图像判读和识别效果较好的基础上^[12—13],文中用线性空间滤波器在 Matlab 的平台上对图像进行处理,处理结果见图 7。

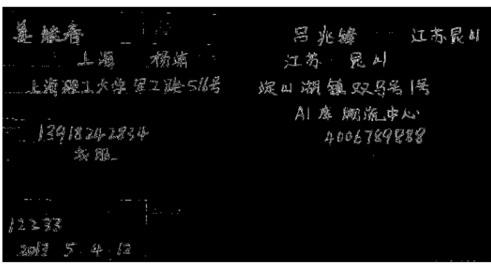


图 7 线性滤波增强图

Fig.7 The enhancement image using linear filter

由图 7 可以看出,经滤波增强后文字与背景间对比度明显提高,但文字轮廓边缘还不太理想,为了后续文字识别研究的需要,需要对文字轮廓进行进一步的增强处理。

3.4 边缘检测

边缘检测的实质是采用某种算法来提取图像中对象与背景间的交界线。将边缘定义为图像中灰度发生急剧变化的区域边界。经典的边缘检测方法,是通过原始图像中像素的某小邻域构造边缘检测算子来达到检测边缘的目的。文中基于 Laplace 算子不但可以检测出绝大部分边缘,而且不会出现伪边缘,并可以精确定位边缘的特性,在 Matlab 编程环境下执行 Laplace 边缘检测操作^[14—15],效果见图 8。

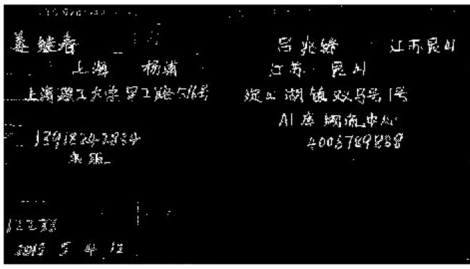


图 8 边缘检测

Fig.8 Edge Detection

由图 8 可以看出,经过边缘检测操作后的手写体

文字信息与未进行边缘检测前的文字信息相比轮廓清晰度及图像对比度明显提高。

4 结语

文中在硬件设备条件有限的情况下对采集的快递单手写体文字信息进行了提取处理。根据图像颜色特征在 Lab 颜色空间将图像聚为 3 类,算法简单易操作。对提取出的手写体文字的后处理将关系到后续文字识别的精确性,实验证明利用滤波增强处理和边缘检测操作得到了清晰度较好的文字信息。对于其他公司的快递单,这些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。对于不同颜色空间下彩色图像分割效果以及运算速度的比较,是今后研究的方向。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 李庆利,王永强,张帆. 陶瓷砖特征颜色提取算法研究[J]. 中国陶瓷, 2012(12): 58—60.
- LI Qing-li, WANG Yong-qiang, ZHANG Fan. Reserch on Characteristics of Ceramic Brick Color Extraction Algorithm Based on[J]. China Ceramic, 2012(12): 58—60.
- [4] 巩亚萍,高军. 一种新的 RGB 到 $L^*a^*b^*$ 转换方法的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(7): 23—25.
- GONG Ya-ping, GAO Jun. Study on a New Method for RGB to $L^*a^*b^*$ Conversion[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(7): 23—25.
- [5] 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.
- [6] 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. Watermarking Technology Based on YCrCb Color Space and Visual Characteristics[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9): 111—116.
- [7] CHEN Qing, GUO Jiang-ling. Handwriting Enhancement on Carbon Copied Business Forms Based on HSV Color Space [C]//2010 3rd International Congress on Image and Signal Processing (CISP): 2010: 683—687.
- [8] 曾接贤,王军婷,符祥. K 均值聚类分割的多特征图像检索方法[J]. 计算机工程与应用, 2013(2): 226—230.
- ZENG Jie-xian, WANG Jun-ting, FU Xiang. K Means Clustering Method for Multi Feature Image Segmentation Retrieving[J]. Computer Engineering and Applications, 2013(2): 226—230.
- [9] 凌佳,言方荣. K 均值聚类在葡萄酒分级中的应用[J]. 食品工业科技, 2013(6): 104—107.
- LING Jia, YAN Fang-rong. Application of K Means Clustering in Wine Grading[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013(6): 104—107.
- [10] DAS A, GHOSH D. Human Eye Detection of Color Images Based on Morphological Segmentation Using Modified Harris Corner Detector[C]//2012 International Conference on Emerging Trends in Electrical Engineering and Energy Management (ICETEEEM), 2012: 143—147.
- [11] XI Di-hua, KAMEL M. Extraction of Filled in Strokes from Cheque Image Using Pseudo 2D Wavelet with Adjustable Support[C]//ICIP IEEE International Conference on Image Processing, 2005: 550—553.
- [12] 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.
- [13] 刘容,王强,刘真. 基于分区的 RBF 神经网络颜色空间转换模型的研究[J]. 包装工程, 2013, 34(11): 85—88.
- LIU Rong, WANG Qiang, LIU Zhen. Research on Color Space Transition Model Based on the Partition of RBF Neural Network [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(11): 85—88.
- [14] XI Hua, LEE Seong-whan. Reference Line Extraction from Form Documents with Complicated Backgrounds [C]//Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition, 2003: 1080—1084.
- [15] 张建光,李永霞. 基于拉普拉斯边缘检测算子的图像分割[J]. 福建电脑, 2011(7): 99, 101.
- ZHANG Jian-guang, LI Yong-xia. Image Segmentation Based on Laplace Edge Detection Operator [J]. Fujian Computer, 2011(7): 99, 101.