

# 一种主特征量自适应选择的多彩色空间图像分割方法研究<sup>\*</sup>

李 丽 刘小丹

(辽宁师范大学计算机与信息技术学院 大连116029)

**摘 要** 本文提出了一种基于多彩色空间自适应图像分割算法,在HSL和RGB空间通过平滑直方图至单峰,自适应地确定分割的主要特征量,再根据区域的邻接关系和色调距离进行区域合并,从而实现对图像的较好分割。

**关键词** 图像分割,多彩色空间,主特征量,区域合并

## A Color Image Segmentation Method of Adaptive Selecting Primary Characters in Multiple Color Spaces

LI Li LIU Xiao-Dan

(School of Computer and Information Technique, Liaoning Normal University, Dalian 116029)

**Abstract** This paper proposes an adaptive algorithm of image segmentation using multiple colorspace. This algorithm fixes on primary character by times of smoothing histogram to the only wave crest adaptively in HSL and RGB spaces, then makes a region merge based on the region spatial information and hue distance, and gets a better result of the color image segmentation.

**Keywords** Image segmentation, Multiple color spaces, Primary characters, Region merge

### 1 引言

图像分割是将具有某些相似性的像元组合在一起,形成有一定视觉意义的目标区域,而相似性是以图像特征衡量的。图像的特征是指图像中可用作标志的属性,其中有些是视觉直接感受到的自然特征,如区域的亮度,色彩,纹理,轮廓等,有些是通过变换或测量得到的人为特征,如各种变换频谱,直方图,矩等。与灰度图像相比,彩色图像不仅包含亮度信息,而且还有更多有效的信息,如色调和饱和度等。人们经常关心的是那些色调比较集中,亮度比较一致的关键对象和重要区域。彩色图像分割的主要目的是充分利用色彩信息区分出这些关键对象和重要区域,以便描述图像中的对象及其相互关系。有效合理的图像分割能够为基于内容的图像检索,对象分析等抽象出十分有用的信息,从而使得高层的图像理解成为可能<sup>[1]</sup>。

一类基于图像颜色信息的方法以K-Mean或者模糊C-Mean<sup>[2]</sup>等聚类方法代表,将图像内的像素划分到指定数目的类别之中。由于缺乏空间上的边缘信息和邻接信息,分割结果经常会与人的主观视觉相悖。现在的许多算法已经开始把方向转移到了基于人的视觉的彩色空间信息的分割。龚声蓉<sup>[3]</sup>等人基于HSL视觉空间采用联合概率密度方法对图像进行分割,Jseg算法<sup>[4]</sup>在确定了种子区域以后,采用了全局最优化的规则进行区域生长,以求分割结果与人的视觉一致。目前这些算法在彩色图像分割效果上仍存在应用局限性,对基本特征差异较大的图像表现出分割效果不稳定性。

综合多彩色空间的颜色信息及空间信息进行彩色图像分割应该是进一步的方向。据此,本文提出了一种新的分割算法。使用HSL和RGB两个彩色空间,通过循环平滑各空间分量直方图自动确定主要特征量,对图像进行粗分割,再根据区域邻接关系和色调距离进行区域合并,从而实现了彩色图像的较好分割。

### 2 颜色空间的选择

彩色图像一般是以RGB三基色表示的,但它并不是以一致的尺度表示色彩,不符合人的感知心理,因此在彩色图像处理中,除了RGB空间外,通过线性或非线性变换可得到一些其它彩色空间。这些彩色空间各有千秋,其中基于视觉的HSL空间被人们广泛地采用,不过HSL空间的奇异性是一个不能忽视的问题。从两个彩色空间的转换公式:

$$H = \cos^{-1} \left( \frac{((R-G) + (R-B))/2}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right), \text{ if } G \geq B$$

$$H = 2\pi - \cos^{-1} \left( \frac{((R-G) + (R-B))/2}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right), \text{ if } B > G$$

$$S = 1 - 3 * \frac{\min(R, G, B)}{R + G + B}$$

$$L = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

可以看出,当一像素的 $R, G, B$ 分量取值相近时,对于色调 $H$ 的表达式分子分母均趋近于零,是发散函数,也就是说此时色调是不确定的,同时饱和度 $S$ 的值是接近于零的。在奇异点附近,即使RGB的值有很小变化也会引起变换值尤其是色调分量 $H$ 有很大的波动,变换后的分布呈假模式。

为了避免分割过程中出现的奇异性,有人把发生突变的奇异像素转换成灰度像素进行处理,即把一幅彩色图像分成彩色部分和灰度部分进行分割,而彩色向灰度的转换必然会造成大量信息的丢失。我们同时采用HSL和RGB空间来确定主要特征量。在发生突变处采用RGB空间,即RGB分量值比较接近或者 $S < 10\%$ 时采用RGB空间,否则采用HSL空间。虽然RGB空间不是基于视觉的,但它是彩色空间,这给进一步的基于色调的区域合并提供了条件。

#### 2.1 自适应地确定主要特征量

首先,对图像( $M \times N$ )的6个特征量 $H, S, L, R, G, B$ 的直方图,分别在六个分量轴上选择具有最大概率密度的像素数

<sup>\*</sup> 本文工作得到国家自然科学基金60372071项目的资助。李 丽 硕士生,主要研究方向为图像处理。刘小丹 教授,主要研究方向为图像处理,数字化印刷。

做归一化处理,并进行平滑处理去掉直方图中的毛刺。

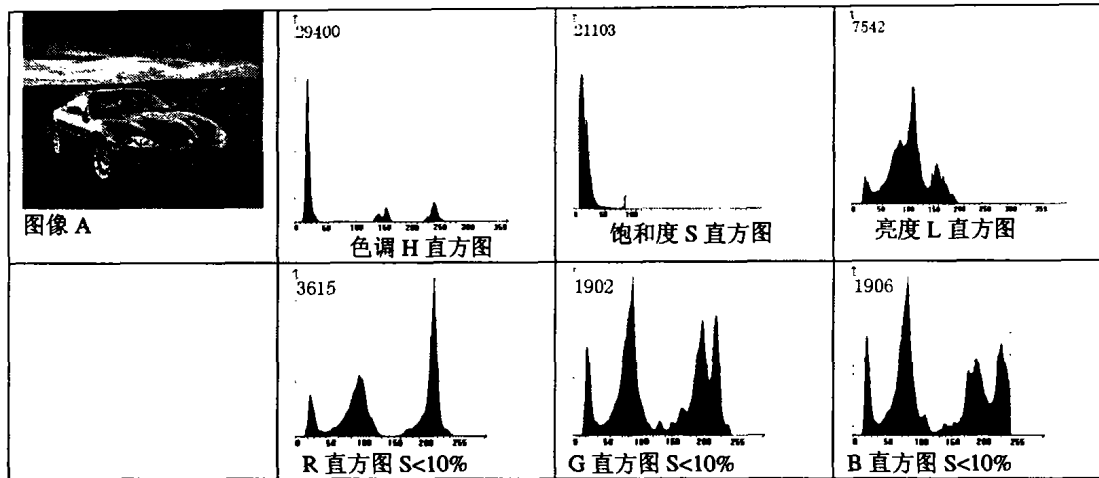


图1 图像 A 的六个分量的直方图

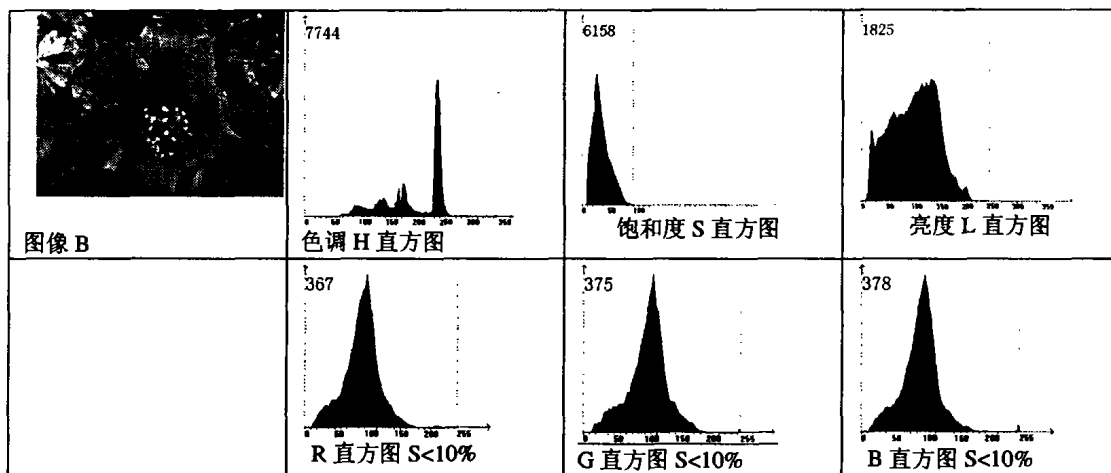


图2 图像 B 的六个分量的直方图

图像分割阈值的确定一般与直方图的波谷直接相关。面积较大的波峰之间的波谷意味着两个有意义区域间的界限。一般情况下,多峰且波峰面积较大的直方图所蕴涵的分割信息更多,我们以此确定哪个分量作为分割的主要特征量。主要的特征量的选择采用直方图三点平滑循环处理技术,将循环平滑直方图至单峰的次数最多的分量作为主要特征量。多峰直方图比峰值较少的直方图平滑至单峰的循环次数要多,大面积波峰比小面积波峰平滑掉的循环次数要多。图1为图像 A 的六个分量的直方图,亮度分量的直方图较色度和饱和度有更多的峰值,且其主要波峰的面积远大于 R,G,B 各分量的主

要波峰面积,必然亮度的平滑次数最多。图2中,H分量的直方图多为多峰,而 L,S 直方图均为单峰,R,G,B 波峰数与面积均小,主要特征量确定为 H。对于主要特征量色调来说,由其波峰的个数和面积的大小我们可以判断出该幅图像中包含了哪些色调,其中哪些为主色调,哪些为非主色调。实验证明图像 B 以色调为主特征量与亮度和饱和度相比分割效果更好。图像 A 的色调直方图虽然也呈现三峰,但在150和240附近的两个波峰面积太小,在平滑过程中很容易被平滑掉,实验证明该图以色调为主要特征量相比亮度分量来说分割的效果不佳。

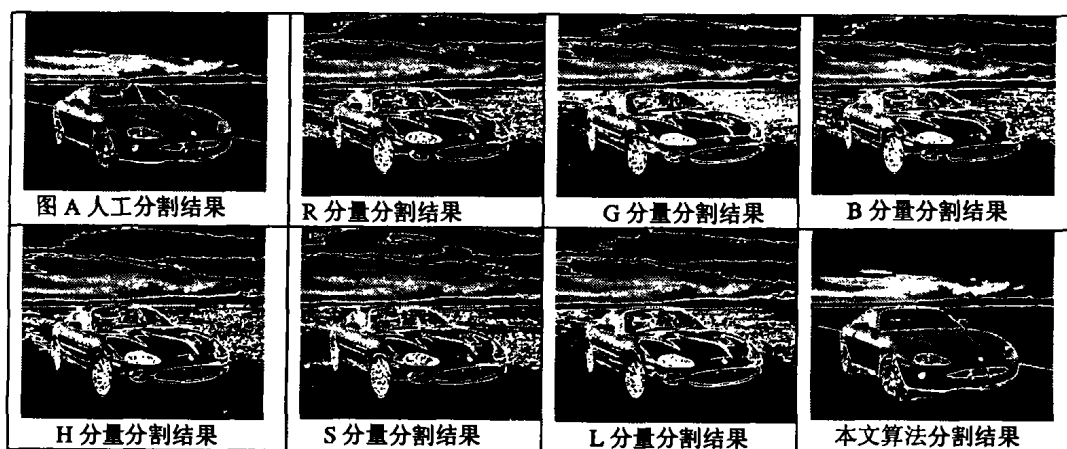


图3 同一目标图像分割效果的比较

## 2.2 区域合并

经过上述的粗分割,图像中仍然会存在大量区域具有相近特征,我们根据区域色调距离和区域邻接关系对图像进行相似区域合并,以期在色调方面进一步接近人的视觉要求。设置一个色调距离函数,

$$D_{ij} = \frac{|r_i| \cdot |r_j|}{|r_i| + |r_j|} \|\mu_i - \mu_j\|$$

其中 $|r_i|, |r_j|$ 分别代表 $i, j$ 区域包含的像素个数, $\mu_i$ 和 $\mu_j$ 表示两个区域的色调均值, $\|\cdot\|$ 表示欧氏距离。

当色调距离满足条件,并且区域相邻时进行合并,从而实现图像的较好分割。

图3是对图A分别根据R、G、B、H、S、L六个分量直方图对图像进行分割,在RGB颜色空间中R、B分量分割把路面

分成了不同的部分,产生了过分割,同理H、S分量也产生了过分割,而G、L分量相对分割效果要好一些,因为L是主要特征量,而在RGB空间中G分量包含较多的亮度信息,因此G、L两分量的分割效果较好。

## 3 实验与结论

图4的三组图片中,对比了人工分割的目标图,K-mean算法,Jseg算法和本文算法的分割结果。K-mean算法由于没有考虑区域邻接关系,过分割现象明显;Jseg算法则未考虑主特征量,分割的效果不稳定,有欠分割的情况。而本文算法由于自动选择主要特征量,之后融合色彩空间的色调信息和区域邻接信息进行区域合并,分割结果比较符合人的视觉特性。

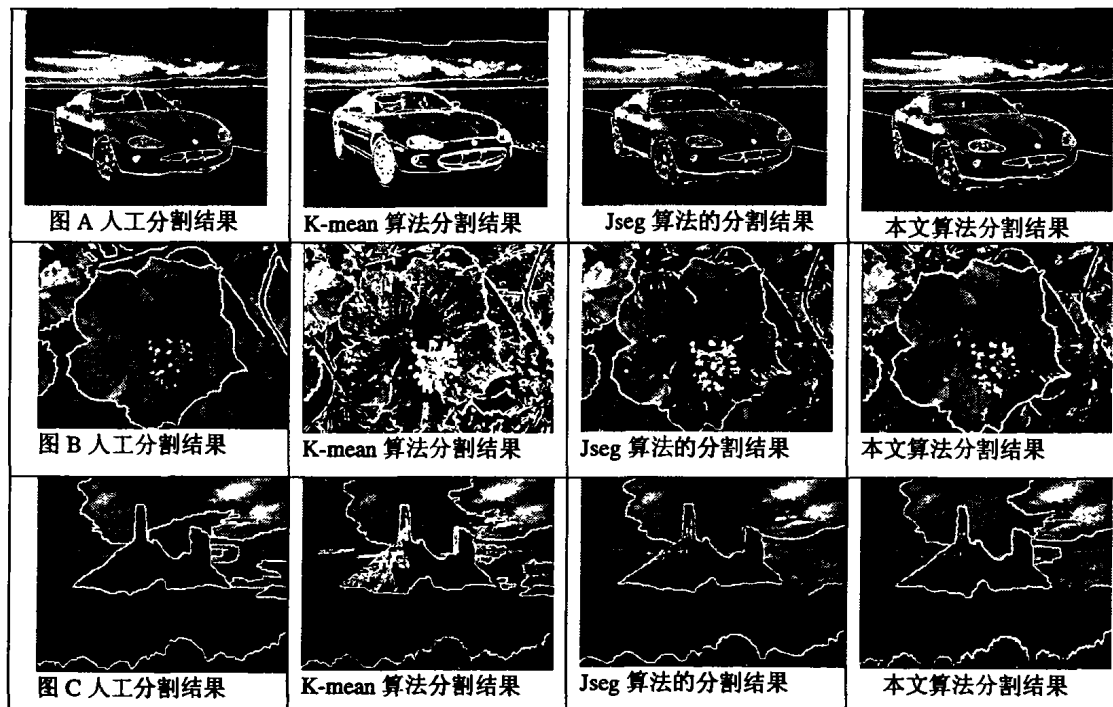


图4 不同算法分割结果对比

通过对大量图片进行分割处理比较,我们提出的算法对无显著纹理的图像具有良好的分割效果。通过RGB和HSL两个色彩空间的结合,避免了分割过程中由于颜色空间的奇异性造成的图像突变,并采用三点循环平滑直方图技术,自适应地确定主要特征量,实现对图像的粗分割,再考虑像素的颜色距离和区域邻接关系进行区域合并,分割结果和人的视觉具有良好的一致性。未来的工作中,可以将图像的纹理特征融入算法中,分割性能将进一步的提高。

## 参考文献

1 叶齐祥,高文,王伟强,黄铁军.一种融合颜色和空间信息的彩色图

(上接第146页)

4. BEA WebLogic 性能完备,但由T3协议造成的移植性问题可能成为未来的隐患。

## 参考文献

1 Sun Microsystems, Inc. Enterprise JavaBeans TM Specification, Version 2.0 Final Release[OL]. <http://java.sun.com/j2ee>, 2001-08-22

像分割算法. 软件学报, 2004, 15(4): 522~530

2 Pham T D. Image Segmentation using Probablistic Fuzzy C-Means Clustering. In: Proc. of Intl. Conf. on Image Processing. 2001, 21(3): 722~725  
 3 龚声蓉,熊璋,孙文彦.一种基于HSL概率密度的彩色图像分割方法. 小型微型计算机系统, 2001, 22(6): 695~698  
 4 Deng Yining, Manjunath B S. Unsupervised Segmentation of Color-Texture Regions in Images and Video. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2001, 23(8): 800~810  
 5 魏宝刚,鲁东明,潘云鹤,杨云.多颜色空间上的交互式图像分割. 计算机学报, 2001, 24(7): 770~775

2 Mohan C. Tutorial: Application Servers and Associated Technologies. ACM SIGMOD 2002, June 2002  
 3 MetaGroup. J2EE App Server Evolution: Survival of the Cheapeast?, 2002  
 4 Coulouris G, Dolimore J, Kingberg T. Distributed Systems Concepts and Design. 3rd Edition, Addison-Wesley, 2000  
 5 Geibs K. Middleware Challenges Ahead. Computer. org, 2001  
 6 Sun Microsystems. Java2 Platform Enterprise Edition Specification(v1. 3), 2001