

基于 HSV 色彩空间的图像分割

郭英华

(黑龙江省冶金设计规划院 哈尔滨 150040)

摘 要: 为了辨识和分析目标, 需要将这些有关区域分离出来, 在此基础上才有可能对目标进一步处理。本文提出了一种利用 HSV 色彩空间的图像分割方法, 根据 HSV 色彩空间的颜色和亮度无关, 将彩色图像从 RGB 空间变换到 HSV 空间, 然后经过 H 分割对绿地植被信息进行提取得到分割结果。实验表明该方法具有很强的鲁棒性。

关键词: 图像分割; 彩色图像处理; HSV 色彩空间; H 分割

Image Segmentation Based on HSV Color Space

Guo Yinghua

(Heilongjiang Design and Plan Institute, Harbin 150040 China)

Abstract: In order to identify and analyze objectives, which need to be separated from the region, on the basis of the target that can be further processed. A new color image segmentation algorithm based on HSV color space is proposed. According to the independence of hue, saturation and brightness in HSV color space, color image was transformed from RGB color space to HSV color space, green vegetation information was picked up by H segmentation as a final result. Experimental results show that proposed scheme is feasible and has great robustness.

Keywords: image segmentation; color image process; HSV color space; H segmentation

图像分割是图像处理的主要问题,也是计算机视觉领域低层次视觉中的主要问题。目前,大多数分割算法都是针对灰度图。由于彩色图像提供了比灰度图更加丰富的信息,因此随着计算机处理能力的快速提高,彩色图像处理正受到人们越来越多的关注^[1]。彩色图像分割面临 2 个主要问题^[1-2]: 选取合适的色彩空间; 选择恰当的分割方法。同时,在彩色图像的分割过程中,很少有自动算法能够取得非常理想的效果。许多彩色图像分割方法不仅把灰度图像分割方法(如直方图阈值法、聚类、区域增长、边缘检测、模糊方法、经元网络等)应用于不同的色彩空间^[3],而且可以直接应用于每个颜色分量上,其结果再通过一定的方式进行组合,即可获得最后的分割结果^[4-7]。针对上述彩色图像分割存在的问题,为了准确提取遥感彩色图像绿地植被信息,结合 HSV 色彩空间 3 个分量的无关性,提出了一种基于 HSV 空间彩

色图像分割算法,将图像的颜色值从 RGB 空间转换到 HSV 空间,经过 H 分割对绿色信息进行提取得到分割结果。

1 图像分割原理

所谓图像分割是指将图像中具有特殊意义的不同区域分离开,并使这些区域相互不相交,且每个区域应满足特定区域的一致性条件。所谓图像分割是指将图像中具有特殊意义的不同区域分离开,并使这些区域相互不相交,且每个区域应满足特定区域的一致性条件。

对一幅图像 $g(x, y)$ ($0 \leq x \leq x_{\max}$, $0 \leq y \leq y_{\max}$) 进行分割就是将图像划分为满足如下条件的 N 个子区域 $g_i(x, y)$ $i = 1, 2, \dots, N$:

$$(1) \bigcup_{i=1}^N g_i(x, y) = g(x, y), \text{ 即由所有子区域组}$$

收稿日期: 2011-01-13

作者简介: 郭英华, 毕业于哈尔滨工业大学成人教育学院, 计算机应用专业, 助理工程师。

成整幅图像;

(2) $g_i(x, y)$ 是连通的区域, 连通性是指在该区域内存在连接任意两点的路径;

(3) $g_i(x, y) \cap g_j(x, y) = \emptyset (i, j = 1, 2, \dots, N, i \neq j)$, 即任意两个子区域不存在公共元素;

(4) 区域 $g_i(x, y)$ 满足一定的均匀性条件, 所谓均匀性(或相似性)是指区域内所有像素点满足灰度、纹理和颜色等特征的某种相似性准则。

因为人眼对亮度具有适应性, 即在一幅复杂图像的任一点上只能识别几十种灰度级, 但可以识别成千上万种颜色, 所以许多情况下, 单纯利用灰度信息无法从背景中提取出目标, 还必须借助于色彩信息。彩色图像分割是在特定的色彩空间情况下, 根据分割尺度被分割成一个个小的区域, 即一个个对象, 然后小的对象又通过区域对象特性和相对位置信息合并成大的对象。

2 特征提取与图像分割算法

2.1 色彩空间的选取

RGB 色彩空间是一种常见的颜色表示法, 但是 RGB 色彩空间与人眼的感知差异很大, 其空间的相似不代表实际颜色的相似。为了使算法对于颜色距离的定义符合人的视觉特征, 同时由于从 RGB 到 HSV 的转换是一个简单且快速的非线性变换, 本文采用较能符合人眼感知特性的 HSV 色彩空间(色调 H、饱和度 S 和亮度 V)。HSV 色彩空间是由色调(Hue)、饱和度(Saturation)和亮度(Value)三个分量组成, 色调(H)表示不同的颜色, 饱和度(S)表示颜色的深浅, 亮度(V)表示颜色的明暗程度。这个色彩空间的模型对应于圆柱坐标系中的一个圆锥形子集, 圆锥的顶面对应于 $V=1$ 。它包含 RGB 模型中的 $R=1, G=1, B=1$ 三个面, 所代表的颜色较亮。

2.2 色彩空间的转换

比较接近人眼的色彩感知的空间是色调、饱和度和亮度空间。其中, 色调和饱和度统称为色度, 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。亮度分量与彩色信息无关。选择 HSV 色彩空间, 对亮度和色彩分别进行处理。

考虑到一幅图像包含的颜色一般非常多, 尤其是真彩色图像, 因此有必要对 HSV 空间进行适当的量化以减少计算量, RGB 空间一点 (R, G, B) 转化到 HSV 空间的具体的颜色量化和编码方法

为:

$$H_1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5 [R - G + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right\}$$

$$H = \begin{cases} H_1 & \text{if } B \leq G \\ 360^\circ - H_1 & \text{if } B > G \end{cases}$$

$$S = \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B)}$$

$$V = \frac{\max(R, G, B)}{255}$$

(1)

如果所得的 $H < 0$, 那么 $H = H_1 + 360$ 。这样色调信息 H 的范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。V 和 S 的范围为 $0 \sim 1$ 。这样 H、S、V 三个分量在一维矢量上分布开来, 经过量化后, 可有效减少图像受光照强度的影响。

2.3 H 阈值分割与区域合并

在 RGB 空间内, 对色彩是通过 RGB 三个分量的共同作用予以描述的, 且三个分量相关性很高。所以无法用一个单一的参数对图像中的绿色区间进行划定, 即无法靠直接设定草木、树木等绿色图像的 r、g、b 值来进行阈值分割。必须将 RGB 图像转换为灰度图像再进行分割, 这样做的代价就是大大的损失了图像的色彩特征。

如果将 RGB 图像转化到 HSV 空间, 就可以直接给绿色划定一个定义区间了, 即 H(色调)的区间。在 HSV 色彩空间内进行草木、树木图像的分割, 通过设定绿色区间的 H(色调)的门限值, 提取图像中绿色的像素点, 从而实现分割。在 RGB 空间中, 人眼几乎不可能判断出某一物体色彩的 RGB 分量值的大小, HSV 色彩空间模型的色谱, 从左到右色调变化($0 \sim 360$), 从上到下亮度变化($0 \sim 1$), 固定值 $S=0.7$ 。

可见 HSV 空间侧重于 H、S 的衡量, 这使得 HSV 色彩系统有一个非常明显的优点: 理解起来非常容易, 色彩分类简单自然, 通过改变 HSV 值获得的效果非常清晰而且可预见, 但它也存在着一些不足, 如空间色彩的距离与理解的距离毫不相干, 例如在某张图片上看到了红色 H 值为 0(左)或 360(右)时, 它提供的色彩是相同的。图 1 反映的是在相同 S 和 V 值时, 色调(H)的连续性关系。

可见当 $0 \sim 60^\circ$ 红色分量值始终最大, 蓝色分量为 0, 红色分量与绿色分量中和, 色谱在红色与黄色之间过渡; 60° 至 120° 红色分量逐渐衰减, 绿色分量达最大值, 色谱在黄色与绿色之间过渡, 至 120° 红色、蓝色分量都达最小值 0, 色谱呈现纯绿

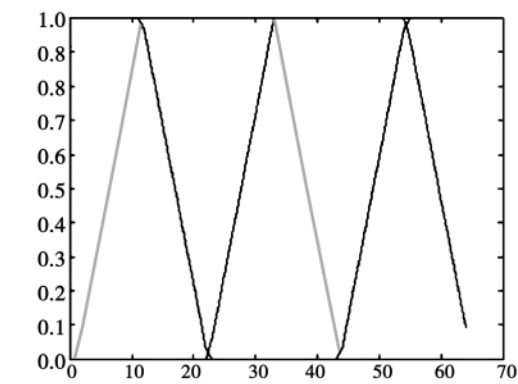


图 1 HSV 空间色彩的 RGB 通道描述

色;120°至 180°,红色分量保持为零,绿色分量保持最大,蓝色分量逐渐增强,色谱在逐渐呈现青色;180°至 240°,由于绿色分量的衰减,色谱开始呈现纯蓝色;240°至 300°,红色分量开始由零增加,混合蓝色分量,色谱向紫色过渡,300°至 360°,红色分量达极值,蓝色衰减,至 360°,色谱重新回到纯红色。

由此可以看出,在 HSV 色彩空间中,色谱呈现纯黄色向纯绿色过渡以及纯绿色向纯青色过渡的这个区间是色谱可能呈现绿色的区间,即 60°到 180°之间。

通过选取计算图像某区域对象的特征值来进行区域对象的合并,其具体步骤如下:

(1) 计算某区域 A 对象的均值和方差

$$Mean(A) = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N p^{ij} \tag{2}$$

$$Variance(A) = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (p^{ij} - Mean(A))^2 \tag{3}$$

其中: p^{ij} 是在图像 (i, j) 位置上像素的色调、亮度、饱和度值;

(2) 计算与该区域对象相邻的对象的均值与方差,根据对象之间的相似程度进行合并;

(3) 计算合并后对象的均值,作为该区域对象的彩色空间分量值;

(4) 检查是否结束,否则继续重复以上过程。

3 实验结果及分析

本文在 Windows XP 操作系统上使用 Matlab6.5 编程平台,图像选取 QuickBird 高分辨率遥感影像的部分截图 Park.jpg 和 HIT.jpg 进行实验,原始图像格式为 RGB 彩色图像。

不同于 RGB 空间,HSV 三分量之间的相关性远远小于 RGB 色彩空间中三分量的联系。限定 S 饱和度、V 亮度在 ($S > 35$) && ($V > 70$) 之间,以 H 色调为检测条件,绿色是最容易分割的颜色,H 色调范围很大,计算 H 色调范围在 30 - 90 左右。对其进行 H 分割,实现了遥感彩色图像绿地植被信息的提取。

经过 H 分割后已经成功的将图像中的绿色信息提取了出来,消除了其它颜色。为了进一步使图像清晰,用均值滤波进行了消噪处理,得到的效果更好。两幅遥感彩色图像的分割准确率及分割耗费时间如表 1 所示。可见,在 HSV 色彩空间下,通过 H 分割提取绿色区域取得了较好的成功率,而且分割耗时也很短。

表 1 两幅图像的分割方法成功率及分割时间

图像名	分割效果(成功率) /%	分割时间 /s
Park.jpg	100	765.5
HIT.jpg	100	393.2

5 结语

本文提出了一种利用 HSV 色彩空间的图像分割方法,颜色作为绿色植物的重要特征可以作为草木、树木图像分割的重要依据。由于采用 HSV 颜色空间对颜色进行了非均匀的量化,突出了遥感彩色图像的主体部分,当绿色植物所处的周围环境的色调与植物色调差别较大时,通过把 RGB 模型转换到 HSV 模型,经 H 分割,实现了遥感彩色图像绿地植被信息的提取,可以得到比较理想的分割图像,实验表明,该方法具有很强的鲁棒性。

参考文献

[1]林开颜,吴军辉,徐立鸿. 彩色图像分割方法综述[J]. 中国图像图形学报, 2005, 10(1): 1 - 10.
[2]郝海涛,田玉敏. 彩色图像分割方法及进展[J]. 山西师范大学学报, 2005, 3.
[3]蔡世捷. 基于 Matlab 的树木图像分割方法研究[D]. 南京林业大学, 2005.
[4]杜娟,李文锋. 基于金字塔连接算法的彩色图像分割[J]. 武汉理工大学学报, 2006, 28(1): 112 - 114.
[5]刘永学,李满春,毛亮. 基于边缘的多光谱遥感图像分割方法[J]. 遥感学报, 2006, 10(3): 351 - 352.
[6]黄飞,吴敏渊,曹开田. 基于 HIS 空间的彩色图像分割[J]. 小型微型计算机系统, 2004, 25(3): 471 - 474.
[7]高侃,傅志中. 基于 HSV 空间的彩色图像色度调整算法[C]. 中国西部青年通信学术会议, 2006.