

几种基于颜色模型的彩色图像黑白化算法

张芸, 王善勤, 李进梅, 孙利, 徐艳艳

(滁州职业技术学院 信息工程系, 安徽 滁州 239000)

摘要: 彩色图像色彩丰富, 可以很真实地反映景象, 而黑白图像能使图像具有历史的沧桑感, 在审美上富有更多的内涵和深度, 具有自己独特的韵味。提出了基于颜色模型的图像着色算法并在 VC++ 中实现, 可将彩色图像转换为黑白图像。将 RGB 颜色模型、HSI 颜色模型和 YUV 颜色模型的各个分量进行转化、搭配, 提出 4 种转换算法: 二值化法、平均值法、最大值法、亮度值法。实验结果表明, 所提算法可以快速地将彩色图像转为黑白图像, 能使人们在获得彩色图像的同时也获得其对应的黑白图像。

关键词: 彩色图像; 黑白图像; 颜色模型; 像素

中图分类号: TP391.1

文献标识码: A

Several algorithms of converting colored images into black & white images based on color model

ZHANG Yun, WANG Shanqin, LI Jinmei, SUN Li, XU Yanyan

(Department of Information and Engineering, Chuzhou Vocational and Technical College, Chuzhou 239000, China)

Abstract: Colored images are rich in color and can be a true reflection of the scene. Black and white images have the history vicissitudes and more content and depth in aesthetics with unique charm. Several image coloring algorithms based on color model are proposed and implemented in VC++ to convert colored images into black and white ones. Binarization method, average value method, maximum value method and brightness value method are proposed based on the components' conversion and collocation of the RGB color model, HSI color model and YUV color model. The experimental results show that the algorithms can quickly convert the colored images into black and white ones so that people can obtain the corresponding black and white images while obtaining the colored images.

Key words: colored image; black and white image; color model; pixel

科技的进步已经使当代的社会处于数字化时代, 人们通过数码相机、手机等设备可以很容易的获得生动逼真的彩色图像。彩色图像的色彩非常丰富, 充分写实且包含大量的信息。而黑白图像具有简洁生动的影像效果, 促使人们用无色的眼光去观察、认识画面中对象的魅力, 突出那些不需要用色彩表现的形状、结构和特征效果^[1]。所以, 彩色图像和黑白图像各有优点。本文提出几种算法并以微软的 VC++ 为平台实现将彩色图像转为黑白图像, 可以使人们在得到彩色图像的同时又获得黑白图像。

1 转换原理

图像处理的基础是数字, 主要任务是进行各种算法设计和算法实现, 本文提出的算法是基于 RGB 颜色模型、HSI 颜色模型和 YUV 颜色模型设计和实现的。

RGB 颜色模型称为与设备相关的颜色模型, 是用户最熟悉的颜色模型。它采用三维直角坐标系, 红 R, 绿 G, 蓝 B 三原色混合在一起可以产生不同的复合色^[2]。当 R、G、B 的值都为 255 时得到白色; 当 R、G、B 的值都为 0 时得到黑色; 当 R 值为 255, G 和 B 值都为 0 时得到纯红色; 当 G 值为 255 而 R 和 B 值为 0 时得到

收稿日期: 2017-05-11

基金项目: 滁州职业技术学院青年基金项目(YJQ-2016-02); 安徽高校自然科学研究重点项目(KJ2016A543)

作者简介: 张芸(1984-), 女, 硕士, 讲师, yunyuzhang235@163.com.

纯绿色;当 B 值为 255 而 R 和 G 值为 0 时得到纯蓝色;当 R、G 和 B 的值相同时(都为 255 和 0 除外)得到灰色。

HSI 颜色模型是从人的视觉系统出发来描述色彩,用 H 表示色调、S 表示色饱和度、I 表示亮度。HSI 色彩空间可以用一个圆锥空间模型来描述,H 色调用来表示颜色的类别,S 色饱和度表示颜色的纯度,I 亮度表示颜色的光亮程度^[3]。在图像处理领域和计算机视觉中都大量的将 HSI 颜色模型运用到算法设计中。

YUV 颜色模型是欧洲的电视系统所采用的一种颜色编码方法,其中 Y 表示明亮度,也就是灰度值;而 U 和 V 表示的则是色度,作用是描述影像色彩及饱和度,用于指定像素的颜色^[4]。采用 YUV 色彩空间的重要性是它的亮度信号 Y 和色度信号 U、V 是分离的。如果只有 Y 信号分量而没有 U、V 信号分量,那么这样表示的图像就是黑白灰度图像。彩色电视采用 YUV 空间正是为了用亮度信号 Y 解决彩色电视机与黑白电视机的相容问题,使黑白电视机也能接收彩色电视信号。

RGB 颜色模型、HSI 颜色模型和 YUV 颜色模型都只是同一物理量的不同表示方法,它们之间存在着相互转换关系,其中 $I = (R + G + B) / 3$, $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ 。彩色图像中的每个像素的颜色由 R、G、B 3 个分量决定,每个分量可从 0 到 255 中取值。而黑白灰度图像是 R、G、B 3 个分量相同的一种特殊的彩色图像。黑白灰度图像的描述与彩色图像一样仍然反映了整幅图像的整体和局部的色度和亮度等级的分布和特征。根据上述 RGB、HSI 和 YUV 3 种颜色模型的含义,只要将每种颜色模型的各个分量进行转化、搭配就可以将彩色图像转化为黑白图像。本文提出 4 种转换算法:二值化法、平均值法、最大值法、亮度值法。

2 在 VC++ 中实现各种算法

在 Visual C++ 中读入将要处理的图像,如图 1 所示,获得图像的高和宽,然后编程获得图像每个像素点的 R、G、B 分值^[5]。通过上述 3 个颜色模型的含义对图像每个像素点的 R、G、B 分值进行分析计算,实现对图像的转化处理。

2.1 二值化法

彩色图像的二值化的含义是将彩色图像转为只有黑色和白色两种颜色的图像。人的视觉系统对图像颜色亮度的敏感程度要远远超过于对图像颜色深浅的敏感程度,在 HSI 颜色模型中,通过分析彩色图像中每个像素的亮度值来将该彩色图像二值化。算法为:获得彩色图像中每个像素点的 R、G、B 3 个分值后,将 RGB 颜色模型转换成 HSI 颜色模型,根据公式 $I = (R + G + B) / 3$ 求出每个像素点的亮度值,把这些亮度值相加求和,再算出该彩色图像的亮度的平均值,用每个像素点的亮度值与这个平均亮度值相比较,如果小于该平均亮度值,则用黑色填充该像素(将颜色的 R、G、B 分值都赋值为 0 即可),反之用白色填充该像素(将颜色的 R、G、B 分值都赋值为 255 即可)。部分代码如下:

```
for( i=0; i< height; i++)
{
    for( j=0; j< width; j++)
    //height 和 width 表示图像的高和宽
    {
        R = bmp( j, i) -> Red;
        G = bmp( j, i) -> Green;
        B = bmp( j, i) -> Blue;
        I1 = ( R + G + B) / 3;
        I = I + I1;
    }
    I = I / ( height * width ); //亮度的平均值
    for( i=0; i< height; i++)
    {
        for( j=0; j< width; j++)
```



图 1 原图

和,再算出该彩色图像的亮度的平均值,用每个像素点的亮度值与这个平均亮度值相比较,如果小于该平均亮度值,则用黑色填充该像素(将颜色的 R、G、B 分值都赋值为 0 即可),反之用白色填充该像素(将颜色的 R、G、B 分值都赋值为 255 即可)。部分代码如下:

```

{   R = bmp( j ,i) -> Red;
    G = bmp( j ,i) -> Green;
    B = bmp( j ,i) -> Blue;
    I1 = ( R + G + B ) /3;
    if( I1 < I)
        array1 [i] [j] = array2 [i] [j] = array3 [i] [j] = 0;
        //亮度低的颜色变成黑色 ,array1 ,array2 ,array3 分别存放改变后每个像素点的 R ,G ,B 分量
    else
        array1 [i] [j] = array2 [i] [j] = array3 [i] [j] = 255; } }
    //亮度高的颜色变成白色
    转换后的黑白图像如图 2 所示。

```

2.2 平均值法

针对原彩色图像中的每个像素点 ,获得其 R ,G ,B 值后 ,求出其 R ,G ,B 3 个分量的平均值 ,再把原图该像素点的 R ,G ,B 3 个分量都赋成这个平均值。部分代码如下:

```

for( i =0; i < height; i + + )
{   for( j =0; j < width; j + + )
    {   R = bmp( j ,i) -> Red;
        G = bmp( j ,i) -> Green;
        B = bmp( j ,i) -> Blue;
        I = ( R + G + B ) /3;
        array1 [i] [j] = array2 [i] [j] = array3 [i] [j] = I; } //array1 ,array2 ,array3 分别存放改变后每个像素点的
        R ,G ,B 分量
    }

```

转换后的黑白灰度图像如图 3 所示。

2.3 最大值法

针对原彩色图像中的每个像素点 ,获得其 R ,G ,B 值后 ,求出其 R ,G ,B 3 个分量的最大值 ,再把原图该像素点的 R ,G ,B 3 个分量都赋成这个最大值。部分代码如下:

```

for( i =0; i < height; i + + )
{   for( j =0; j < width; j + + )
    {   R = bmp( j ,i) -> Red;
        G = bmp( j ,i) -> Green;
        B = bmp( j ,i) -> Blue;
        if( R >= G)    I = R;
            else      I = G;
            if( B > I)    I = B;
        array1 [i] [j] = array2 [i] [j] = array3 [i] [j] = I; }
    }

```

转换后的黑白灰度图像如图 4 所示。

2.4 亮度值法

在 YUV 颜色模型中 ,Y 分量表示亮度 ,包含了灰度图的所有信息 ,只用 Y 分量就能表示出一副灰度图。针对原彩色图像中的每个像素点 ,获得其 R ,G ,B 值后 ,根据 YUV 颜色模型和 RGB 颜色模型之间的转换关系: $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$,求出其 Y 值 ,再把原图该像素点的 R ,G ,B 3 个分量都赋成这个 Y 值。部分代码如下:

```

for( i =0; i < height; i + + )

```

```

{
    for( j = 0; j < width; j + + )
    {
        R = bmp( j , i ) -> Red;
        G = bmp( j , i ) -> Green;
        B = bmp( j , i ) -> Blue;
        Y = 0.299* R + 0.587* G + 0.114* B;
        array1 [ i ] [ j ] = array2 [ i ] [ j ] = array3 [ i ] [ j ] = Y;
    }
}

```

转换后的黑白灰度图像如图 5 所示。



图 2 二值化图



图 3 平均值图



图 4 最大值图



图 5 亮度值图

3 实验结果

在个人计算机的 VC6.0 开发平台上使用 C++ 语言实现了上述几种算法。图 6 是一些图片应用算法进行处理的效果图,从中可以看出,算法能够较好地保持原始图片的形状轮廓,将彩色图像转换成黑白灰度图像。二值化法将彩色图像转成只具有黑白两种颜色的图像,其余 3 种算法将图像转为各种不同效果的黑白灰度图像。



图 6 实验效果图

从图 6 可以看出,平均值法、最大值法、亮度值法对同一彩色图像的灰度化处理的结果是不相同的,原因是由于它们在对像素点的灰度值确定上所采用的方法不一样。平均值法对于 R、G、B 3 个分量采用统一系数为 0.33,亮度值法对于 R、G、B 3 个分量的系数为 0.299、0.587、0.114。所以当一幅图像中红色分量居多的时候,由于红色分量的系数很接近,故处理结果在亮度显示上区别不大;而对于绿色分量,平均值法绿色分量系数小于亮度值法的绿色分量系数,所以在绿色分量居多的图像中,处理后,亮度值法所得图像亮度大于平均值法所得图像;同理,对于蓝色分量居多的图像,亮度值法处理所得的图像在亮度显示上会低于平均值法处理得到的图像。对于最大值法,由于其对灰度值的选取上取的是 R、G、B 3 个分量的最大值,故在亮度显示上是最亮的。

(下转第 44 页)

2.2 点源污染

九曲湾水库点源主要是农村生活用水,通过点源调查和计算,库区生活污水每年带入水库的量总氮、总磷和氨氮的量分别为 22.51 t,1.96 t,18.02 t,总氮、总磷和氨氮浓度分别提高 0.34 mg/L,0.03 mg/L 和 0.28 mg/L(按照 2020 年入库污染物质计算),分别相当于水库Ⅱ类水质控制标准的 7.7%、70%、120% 和 56%。其次是畜牧废污水和生活垃圾及其他白色垃圾等进入水库,增加了水库污染物负荷。

2.3 九曲湾水库特性不利于污染物的迁移转化

由于九曲湾水库属山区峡谷型水库,水库面积不大,水深分布不均等自然特性,使得库岸带水生高等植物难以生长,导致水库大型底栖动物和浮游动物种群数量过少,滤食性鱼类过少和底层鱼类较多。

九曲湾水库的鱼类生物量过少和水生维管束植物覆盖度过低,整个生态系统功能处于病态,氮磷等营养盐缺乏水生动植物的吸收,而累积在库区,这一方面引起库区水体蓝绿藻数量的增加,而同时,部分藻类还具固氮的作用,另外库区又具有较稳定的氮磷来源,构成了一个氮磷的恶性循环,由于氮磷的较高浓度的存在,也就为蓝藻暴发提供了基础条件^[2]。

为了防控水库蓝藻暴发,近年采取高水位运行调度方式,导致水库换水周期延长,流速缓慢,水库淤积,使得水库的水体自净能力进一步下降。

3 结论

九曲湾水库水质监测与评价结果表明,所监测指标除氮磷外,均在地表水Ⅱ类。氮磷含量偏高,是影响九曲湾水库水环境质量的主要因素。九曲湾水库水污染防治措施应以水土流失面源控制为主要目标,降低氮磷流失进入水库,减轻水库污染物负荷,以利于水库水质的改善。

参考文献:

- [1] 陈文龙,罗欢,杨芳,等.江西省寻乌县九曲湾水库蓝藻水华成因及治理措施探讨[C].中国水利学会 2015 学术年会, 2015,10:189-193.
- [2] 陈文龙,罗欢,杨芳,等.南方山区饮用水源水库蓝藻暴发的成因机制研究[J].珠江水利,2015(1):116-120.

(上接第 38 页)

4 结束语

彩色图像通过照相机、手机等电子设备可轻易获得,其色彩非常丰富,但图像中纷繁的色彩会影响图像主题的表现。黑白图像的影调是由黑白灰颜色组成的,即削弱了彩色图像中的杂色,使主题得以突出,可避免过多的颜色分散观众的眼球,使平时肉眼无法注意到的地方得到强化^[6]。本文提出几种将彩色图像转换为黑白图像的算法,实验结果表明,算法可得出较好的转换效果,转换后的图像在画面上表现出柔和、协调、层次丰富的特点,颜色或浓重或浅淡,具有不同的美感配色效果。

参考文献:

- [1] 刘静,应国虎.黑白数字影像立体感呈现的研究[J].上海师范大学学报:自然科学版,2012,41(4):351-357.
- [2] 刘文丽,杨国为,李长红.基于 RGB 颜色模型及图像二值化的红晕印鉴提取[J].青岛大学学报:工程技术版,2016,31(4):29-32.
- [3] 宋瑞霞,李达,王小春.基于 HSI 色彩空间的低照度图像增强算法[J].图学学报,2017,38(2):217-223.
- [4] 林伟明,胡云堂.基于 YUV 颜色模型的番茄收获机器人图像分割方法[J].农业机械学报,2012,43(12):176-180.
- [5] 冯伟业,梁洪,王臣业. Visual C++ 数字图像模式识别典型案例详解[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [6] 王晓迎,LIU Sixia,黄源.基于 Otsu 和小波算法实现肖像照黑白木刻风格[J].计算机技术与发展,2016,26(1):58-64.