

基于 RGB 色彩空间的四带树木图像颜色校正方法^①

林李金¹, 蔡坚勇^{1,2,3,4}, 蔡荣太¹, 罗丽丽¹, 蔡娟¹

¹(福建师范大学 光电与信息工程学院, 福州 350007)

²(福建师范大学 医学光电科学与技术教育部重点实验室, 福州 350007)

³(福建师范大学 福建省光子技术重点实验室, 福州 350007)

⁴(福建师范大学 智能光电系统工程研究中心, 福州 350007)

摘要: 针对图像受近红外光线参与的影响而出现偏色现象, 介绍了一种基于 RGB 色彩空间的四带(RGB 带和一个附加的近红外带)树木图像颜色校正方法. 该方法首先根据 R-G 差值图像, 通过实验获取合适的阈值将四带树木图像二值化. 然后, 利用中值滤波器和数学形态学对二值图像进行滤噪处理, 提取出偏色较严重区域. 最后分区进行颜色校正, 达到消除近红外干扰的目的. 实验结果表明, 该方法对部分常见含植物的场景图像有比较好的校正效果.

关键词: 四带树木图像; RGB 色彩空间; 二值化; 中值滤波; 形态学; 颜色校正

Color Correction Algorithm for Four-band Tree Image Based on RGB Color Space

LIN Li-Jin¹, CAI Jian-Yong^{1,2,3,4}, CAI Rong-Tai¹, LUO Li-Li¹, CAI Juan¹

¹(School of Electronic College of Photonic and Electronic Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

²(Key Laboratory of Optoelectronic Science and Technology for Medicine Ministry of Education, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

³(Fujian Provincial Key Laboratory for Photonics Technology, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

⁴(Intelligent Optoelectronic Systems Research Centre, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: A color correction algorithm for four-band (the RGB bands and an additional near-infrared spectrum) tree image based on RGB color space is proposed to correct the images which influenced by near-infrared spectrum. Firstly, based on the difference of R band and G band in the image, obtaining the best binarization threshold of four-band image through the experiment. Second, using the median filter and mathematical morphology to de-noise the binary images, and extracting the area which severely polluted by the near-infrared spectrum. At last, correcting images in different areas with different method, eliminating near-infrared pollutions in the image. The experimental results show that, the algorithm has good correction effect for the images which include plants.

Key words: four-band tree image; RGB color space; binarization; median filtering; morphology; color correction

图像的颜色信息往往是进行图像分析的重要依据^[1], 对于图像分割、目标检测与识别^[2]、医疗^[3]等领域具有重要的意义. 人的视觉系统具有颜色恒常性, 能从某些变化的光照环境和成像条件下获取物体表面颜色的不变特征^{[2][4][5]}. 但成像设备不具有这种功能, 成像元器件 CCD 或 CMOS 可以看到可见光与近红外波段范围内的绝大部分光线, 由于近

红外光线的参与, 成像设备还原出的颜色与肉眼所见色彩上存在偏差, 为解决色偏问题, 寻求合适的颜色校正算法具有重要的研究意义. 目前, 颜色校正算法的研究主要分为无参考图像和有参考图像的颜色校正. 无参考图像的颜色校正算法包括灰度世界法^[6], 白平衡法^[7]等; 有参考图像的颜色校正算法包括 K-means 聚类的直方图匹配法^[8], 颜色迁移算法(也称

① 基金项目:福建省高校产学研合作科技重大项目(2011H61010034)

收稿时间:2013-09-03;收到修改稿时间:2013-11-11

伪彩色处理)^[9]. 本文主要分析了在 RGB 彩色图像(以下简称 RGB 图像)中附加近红外波段所构成的四带树木图像的特征, 提出了在 RGB 色彩空间对无参考图像的四带树木图像进行颜色校正的方法, 实验结果表明此类方法可近似将四带树木图像的颜色校正为 RGB 图像的颜色.

1 四带树木特征

文中四带树木图像和 RGB 图像, 均是在温度为 23 摄氏度左右、晴天傍晚所拍摄的室外图片, 如图 1 所示. 通过这类四带树木图像与 RGB 图像的比较, 发现四带树木图像具有如下规律:

(1) 近红外光对叶子的影响最为明显, 使叶子普遍偏品红.

(2) 对背景中含有深红色的人造物, 如图 1(a)中的汽车, 其颜色变浅.

(3) 其它人造物体偏色程度随材质的不同而存在差异, 但普遍比叶子的颜色偏色程度低.

所以本文需要将偏色较严重的植物区域以及偏色较轻的非植物区域进行分区域校正



(a) 四带树木图像



(b) RGB 图像

图 1 四带树木图像与 RGB 图像对比图

2 基于RGB色彩空间的四带树木图像颜色校正

在 RGB 色彩空间, 无法单独为一幅图设置一个

RGB 阈值进行树木树冠图像的分割^[10]. 我们的研究发现, 在 R 通道和 G 通道的差值空间 R-G 中, 树叶部分和场景中的非树叶部分具有较好的区别度. 因此, 本文利用灰度差异来分割树木与背景, 从而达到分区域校正的目的. 图 2 为本文的算法流程图.

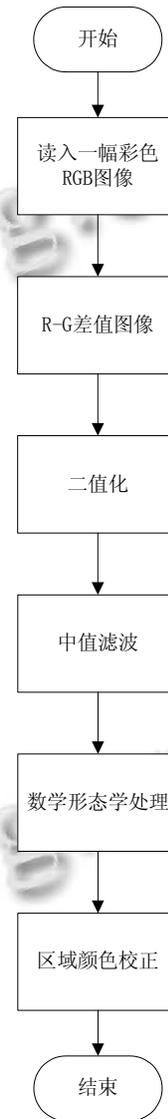


图 2 四带树木图像颜色校正流程

2.1 RGB 色彩空间的确定

利用对象与周围背景在颜色上的特征差异来分割图像是最简单实用的图像分割方法, 对于树木图像来讲, 色彩的特征是有别于环境的最大特征^[10]. 四带树木图像非常复杂, 在图像中不仅存在偏红色的植物以及可能存在红色的背景, 而且在树的后面经常会有各种不同的背景, 如建筑物等. 因此颜色特征的使用有

利于将偏红色植物和非红色背景分离。

目前在许多图像传感器和显示设备中, RGB 色彩空间是使用最为广泛的^[11]。通常我们读取的位图文件所采用是 RGB 色彩空间, 为了减少色彩空间的转化和算法的复杂性, 本文的校正算法是基于 RGB 色彩空间进行的。

2.2 二值化参数的确定

本文从大量的四带树木图像(本文主要针对背景与树叶的颜色差异较大的四带树木图像)中抽取 20 幅图像, 并对这 20 幅四带树木图像的 R, G, B, R-G, 2G-R-B 等参数的均值进行了统计, 这里 R、G、B 都是归一化的颜色分量。考虑到非植物区域的 R 值可能小于 G 值, 导致 R-G 会出现负值, 所以当 R-G 小于 0 时, 将灰度值设为 0, 这样有利于减少灰度图像中的噪声。归一化颜色参数的均值如表 1 所示。

表 1 归一化颜色参数的均值

	平均值				
	R	G	B	2G-R-B	R-G
树	0.42302	0.31315	0.37186	-0.16943	0.11073
天空	0.90486	0.95560	0.92258	0.08372	0.00009
非植物	0.52580	0.51971	0.59994	-0.08372	0.02451

由表 1 可以发现:

- ①天空的 R,G,B 值最大, 其它的非植物的 R,G, B 值也高于植物
- ②植物区域的图片是红色分量占主导地位, 天空区域三个分量都较大, 但是绿色分量占主导地位, 非植物区域是蓝色占主导地位。这点可以作为分割的参考值。
- ③植物的 R-G 值大于非植物和天空等其他背景中的各种物质。可以作为从背景中分割出树木的依据。

本文在 R-G 差值空间中, 采用阈值分割法, 将偏色严重的树木从背景中分割出来。

2.3 图像二值化

提取的四带树木图像 R-G 差值图像如图 3 所示。

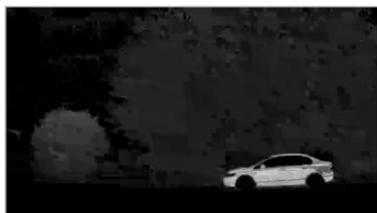


图 3 R-G 差值图像

注意到在 R-G 空间植物区域与背景区域的亮度差别不是线性可分的, 如图 3 中的树叶、汽车和其它背景。为提取图中树叶部分, 需对可能干扰(如汽车)进行排除。在图 3 中, 由于树叶的 R 值不可能达到人造物(如图 3 中汽车)的值, 所以当 R-G 空间中的灰度值超过一定限度时可以判定是人造物, 不是树叶, 可以给予排除。经大量实验表明, R-G 特征灰度图像二值化归一化上下限阈值分别为 0.9 倍的 R-G 差值的均值和 R-G 差值的最大值与最小值的均值以及 R 通道的上限值为 R 通道的均值与 2 倍的过绿特征 2G-R-B 均值之差(即 3R+2B-4G 的均值)时效果比较好, 如式(1)所示。

$$Bimage = \begin{cases} 1 & R-G > \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{1}{m \times n} [R(i, j) - G(i, j)] \\ & \text{且 } R-G < \frac{\max[R(i, j) - G(i, j)] + \min[R(i, j) - G(i, j)]}{2} \\ & \text{且 } R < \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{1}{m \times n} [3 \times R(i, j) + 2 \times B(i, j) - 4 \times G(i, j)] \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (1)$$

式中, *Bimage* 表示二值化后图像的灰度值, *m*、*n* 分别为读入图像的行和列, *K(i,j)*表示图像第 *i* 行、第 *j* 列灰度值, *K*=R、G、B。图 4 为二值化后的效果。



图 4 R-G 二值化图像

考虑到二值化图像中背景含有一些亮点, 如图 4 中车的边缘, 因此需要对二值化图片进行滤波处理。经大量实验表明, 滤波器选择中值滤波器, 窗口大小为 17×17 时, 滤波效果比较好。图 5 为滤波后的二值化图像。



图 5 滤波后的 R-G 二值化图像

如果滤波器的窗口选择太大, 则误差也越大; 若滤波器窗口太小, 则无法将噪点滤除. 因此为了将图 5 中背景区域的亮点滤除, 而树木区域的暗点面积变小, 并考虑到本文算法的通用性. 本文借助数学形态学对二值化图像进行处理. 经数学形态学腐蚀、膨胀处理后得到如图 6 效果二值图像.

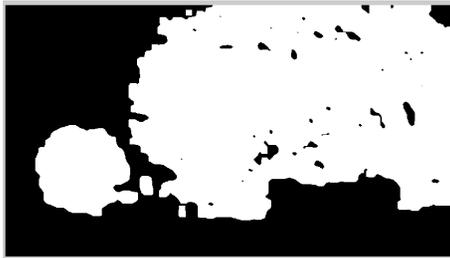


图 6 数学形态学处理后的二值图像

2.4 四带树木图像颜色校正

由于树叶偏色与背景偏色程度不一样, 因此校正的权重也不一样. 本文通过将四带树木图像进行二值化, 即将偏色较重的树木区域灰度值归为 1, 背景灰度值归为 0, 将树木和背景分离, 分区域校正, 从而实现颜色校正的目的. 大量实验表明, 当四带树木图像的树叶区域采用公式(2)、背景采用公式(3)进行校正时, 校正效果比较好, 图 7 为部分样图校正结果.

$$\begin{cases} R_{Tree} = R - 0.25G - 0.25B \\ G_{Tree} = G \\ B_{Tree} = B - 0.25G - 0.25R \end{cases} \quad Bimage = 1 \quad (2)$$

$$\begin{cases} R_{BG} = R - 0.2B \\ G_{BG} = G \\ B_{BG} = B - 0.3R \end{cases} \quad Bimage = 0 \quad (3)$$

式中, R_{Tree} 、 G_{Tree} 、 B_{Tree} 分别表示校正后图像树木的 R、G、B 值; R_{BG} 、 G_{BG} 、 B_{BG} 分别表示校正后图像背景的 R、G、B 值.



(a) 四带树木图像



(b) 本文算法校正图像



(c) RGB 图像



(d) 四带树木图像



(e) 本文算法校正图像



(f) RGB 图像

图 7 样图(a)、(d)校正结果对比图

3 结语

本文针对四带树木图像的偏色现象,介绍了一种基于RGB色彩空间的分区域颜色校正方法.这种方法根据四带树木图像在近红外光线影响下普遍偏品红的特征,使用RGB模型中的色差R-G和R值对四带树木图像进行背景分离,并利用中值滤波器和数学形态学对分割后的图像进行滤噪处理.实验结果表明,对光照比较弱、背景颜色与树木颜色相差较大的图像,通过选择合适的阈值,色差R-G和R值特征可以将大部分树木分割出来,分区域颜色校正能够获得较好的校正效果.但是,对于背景颜色与四带树木图像颜色较接近或者光照较强时,分割和校正效果都不太理想.但本文的算法对这种图像的校正以及后续的四带树木图像的研究具有一定的参考价值.

参考文献

- 徐晓昭,沈兰荪,刘长江.颜色校正方法及其在图像处理中的应用.计算机应用研究,2008,25(8):2250-2254.
- 徐晓昭,蔡轶珩,刘晓民,等.改进灰度世界颜色校正算法.光子学报,2010,39(3):559-564.
- 文帅,蔡轶珩,张新峰,等.基于色貌模型的图像颜色校正.测控技术,2010,29(5):19-22.
- Naim M, Mat Isa NA. Pixel distribution shifting color correction for digital color images. Applied Soft Computing, 2012, 12(9): 2948-2962.
- Gijssenij A, Gevers T. Color constancy using natural image statistics and scene semantics. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2011, 33(4): 687-698.
- Navalpakkam V, Itti L. Modeling the influence of task on attention. Vision Research, 2005, 45(2):205-231
- Finlayson GD, Drew MS. White-point preserving color correction. Proc. of the 5th Color Imaging Conference on Color, Science, Systems Applications. Scottsdale, Arizona. Society for Information Display. 1997. 258-261.
- 王易.基于K均值聚类分割彩色图像算法的改进.计算机应用与软件,2010,27(8):127-130.
- 胡国飞,傅健,彭群生.自适应颜色迁移.计算机学报,2004,27(9):1245-1249.
- 蔡世捷.基于Matlab的树木图像分割方法研究[学位论文].南京:南京林业大学,2005.
- Yin J, Cooperstock JR. Color correction methods with applications to digital projection environments. Journal of WSCG, 2004, 12(1): 499-506.

(上接第124页)

处一段长度范围内的k-mer频次统计问题进行研究,相比传统的基于正向遍历的k-mer计数算法FTKC,提出并实现了一种逆向遍历k-mer计数算法BTKC.在每一偏移位置处,BTKC算法首先遍历所有序列,得到最长k-mer的频次统计信息,在对其他长度的k-mer频次信息进行统计时,均是利用已经获得长度的k-mer统计信息,快速得到长度的k-mer统计信息,从而避免了FTKC算法中,统计每个长度的k-mer信息时均需要对所有序列进行遍历.算法的时间复杂度分析及实验结果表明,相比于FTKC算法,BTKC算法性能提升明显,且其时间复杂度与k-mer长度的变化范围无关,非常适合于在k-mer长度变化范围较大的情况下使用.

参考文献

- Hao BL. Fractals from genomes—exact solutions of a

biology-inspired problem. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2000, 282(1): 225-246.

- Hao B, Lee HC, Zhang S. Fractals related to long DNA sequences and complete genomes. Chaos, Solitons & Fractals, 2000, 11(6): 825-836.
- 王树林,王戟,陈火旺,等.k-长DNA子序列计数算法研究.计算机工程,2007,9:14.
- Marçais G, Kingsford C. A fast, lock-free approach for efficient parallel counting of occurrences of k-mers. Bioinformatics, 2011, 27(6): 764-770.
- Melsted P, Pritchard JK. Efficient counting of k-mers in DNA sequences using a bloom filter. BMC bioinformatics, 2011, 12(1): 333.
- Rizk G, Lavenier D, Chikhi R. DSK: k-mer counting with very low memory usage. Bioinformatics, 2013, 29(5): 652-653.