

Journal of Image
and Graphics

中国图象图形学报



ISSN1006-8961
CN11-3758/TB

2012 **5**
Vol.17 No.

中国科学院遥感应用研究所
中国图象图形学学会主办
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

Zhongguo Tuxiang Tuxing Xuebao

2012年5月 第17卷 第5期(总第193期)

目次

综述

- 中国图像工程:2011 章毓晋(603)
- 植物叶片表面质感建模与真实感绘制研究进展 田原,赵春江,陆声链,郭新宇(613)

图像处理和编码

- 高位有效位概率算术解码的图像密写改进算法 马丽红,吕先明,高小满(621)
- 滑动平均和改进权重函数的快速非局部平均图像去噪算法 熊波,尹周平(628)
- 提升小波的同态滤波在图像烟雾弱化中的应用 范有臣,李迎春,韩意,张来线(635)

图像分析和识别

- 基于彩色模型的重构标记分水岭分割算法 张桂梅,周明明,马珂(641)
- 均衡化特征匹配的非刚体细胞形态跟踪 陈莹,艾春璐(648)
- 图像斑状特征位置与尺寸的自动检测 王志衡,刘红敏(656)
- 改进极化白化滤波的边缘检测 邓少平,张继贤,李平湘,黄国满(665)
- 联合特征在行人检测中的应用 杨阳,杨静宇(671)
- Gabor 相位特征的人脸光照不变量提取 范春年,张福炎(676)

图像理解和计算机视觉

- 保持几何特征的自适应弹性二次曲线模型 蒋建国,郝世杰,郭艳蓉,詹曙,李鸿(682)
- 局部颜色映射的彩色夜视算法 钱小燕,张天慈,王帮峰,黄圣国(689)
- 结合分支定界法和线性规划的摄像机位姿估计 马文娟(694)

金字塔评分改进主方向模板匹配的实时目标检索 洪朝群,朱建科,李娜,卜佳俊,陈纯(700)

计算机图形学

类曲率在曲线相似性判定中的应用 于昊,赵乃良,陈小雕(707)

虚拟现实与增强现实

人机系统中视域评估的可视化 李倩,吉晓民,林文周(715)

遥感图像处理

小波方向子带偏微分方程遥感图像去噪 王相海,李放,王爽(721)

遥感图像理想均衡化及图像质量定量评价 孟天佑,汪云甲(729)

地理信息技术

点要素扇形缓冲区的设计与应用 侯景伟,孔云峰,张迪,吕可文(740)

中国图象图形学报

刊名题字: 宋 健

月刊(1996年创刊)

第17卷 第5期

2012年5月16日出版

主管单位 中国科学院
主 办 中国科学院遥感应用研究所
 中国图象图形学学会
 北京应用物理与计算数学研究所
主 编 李小文
编辑出版 《中国图象图形学报》编辑出版委员会
 北京9718信箱 邮编 100101
 电子信箱:jig@irsa.ac.cn
 电话:010-68407995 010-82614429
 网 址:www.cjig.cn
印刷装订 北京北林印刷厂
广告经营许可证 京朝工商广字第0346号
总 发 行 北京报刊发行局
订 购 全国各地邮局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
 (中国国际书店)
 (北京399信箱 邮编 100044)

Superintended by Chinese Academy of Sciences
Sponsored by Institute of Remote Sensing Application,
 CAS China Society of Image and Graphics
 Institute of Applied Physics and Computational
 Mathematics
Chief editor LI Xiaowen
Editor, Publisher Editorial and Publishing Board
 of Journal of Image and Graphics
 (P. O. Box 9718, Beijing 100101, China)
 E-mail:jig@irsa.ac.cn
Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers
 and Journals
Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading Corporation
 (P. O. Box 399, Beijing 100044, China)
Printed by Beijing Beilin Printing House

ISSN 1006-8961 CN11-3758/TB CODE ZTTFXZ 国内邮发代号: 82-831 国外发行代号: M1406 国内定价: 45.00元

Journal of Image and Graphics

(Monthly, Started in 1996)

Vol. 17 No. 5 May 2012

Contents

Review

- Image engineering in China: 2011 Zhang Yujin (603)
- Advances in appearance modeling and photorealistic rendering of plant leaves
..... Tian Yuan, Zhao Chunjiang, Lu Shenglian, Guo Xinyu (613)

Image Processing and Coding

- Most significant bits probability arithmetic decoding for improved image steganography
..... Ma Lihong, Lv Xianming, Gao Xiaoman (621)
- Fast non-local means for image de-noising on moving average and modified weight function Xiong Bo, Yin Zhouping (628)
- Weakening of smoke for homomorphic filtering Fan Youchen, Li Yingchun, Han Yi, Zhang Laixian (635)

Image Analysis and Recognition

- Image segmentation algorithm for reconstruction labeling watershed in color space Zhang Guimei, Zhou Mingming, Ma Ke (641)
- Non-rigid cell contour tracking method for balanced feature matching Chen Ying, Ai Chunlu (648)
- Automatically detecting position and size of blob features in images Wang Zhiheng, Liu Hongmin (656)
- Improved polarimetric whitening filter for edge detection Deng Shaoping, Zhang Jixian, Li Pingxiang, Huang Guoman (665)
- Pedestrian detection based on compound feature Yang Yang, Yang Jingyu (671)
- Illumination invariant extraction on Gabor phase Fan Chunnian, Zhang Fuyan (676)

Image Understanding and Computer Vision

- Adaptive geometrical-feature-preserving elastic quadratic wire model
..... Jiang Jianguo, Hao Shijie, Guo Yanrong, Zhan Shu, Li Hong (682)
- Color night vision algorithm based on local color mapping ... Qian Xiaoyan, Zhang Tianci, Wang Bangfeng, Huang Shengguo (689)
- Camera pose estimation using branch and bound method with linear programming Ma Wenjuan (694)
- Real-time object retrieval with dominant orientation template matching improved by pyramid scoring
..... Hong Chaoqun, Zhu Jianke, Li Na, Bu Jiajun, Chen Chun (700)

Computer Graphics

- Quasi-curvature and its application in similarity measurement of curves
..... Yu Hao, Zhao Nailiang, Chen Xiaodiao (707)

Virtual Reality and Augmented Reality

- Visualization of the visual range assessment in man-machine system Li Qian, Ji Xiaomin, Lin Wenzhou (715)

Remote Sensing Image Processing

- Remote sensing image de-noising on partial differential equation in wavelet directional subband
..... Wang Xianghai, Li Fang, Wang Shuang (721)
- Ideal equalization of remote sensing images and quantitative assessment of image quality Meng Tianyou, Wang Yunjia (729)

Geoinformatics

- Design and applications of sector buffers for point feature
..... Hou Jingwei, Kong Yunfeng, Zhang Di, Lv Kewen (740)

中图法分类号: TP391 文献标志码: A 文章编号: 1006-8961(2012)05-0689-05

论文引用格式: 钱小燕, 张天慈, 王帮峰, 黄圣国. 局部颜色映射的彩色夜视算法[J]. 中国图象图形学报, 2012, 17(5): 689-693

局部颜色映射的彩色夜视算法

钱小燕, 张天慈, 王帮峰, 黄圣国

南京航空航天大学民航学院, 南京 210016

摘要: 针对现有基于全局统计信息的彩色夜视算法不能较好保持图像目标色彩恒常性的不足, 提出一种简单有效的局部自然彩色夜视算法。首先依据人类视觉系统的中心-环绕对抗结构生成伪彩色融合图像; 按照不同颜色特征对伪彩色融合图像进行聚类, 分割成不同颜色域, 参考自然彩色图像中对应域为与融合图像对应位置像素集合; 最后在简化 Lab 空间实现对应域间的局部颜色映射, 将参考图像颜色特征传输至融合图像。实验结果表明, 本文方法使得夜视图像获得如白天参考图像般自然、真实的效果, 有利于提高场景辨识能力; 方法执行速度快, 便于实时处理。

关键词: 彩色夜视; 颜色映射; 颜色空间; 图像融合

Color night vision algorithm based on local color mapping

Qian Xiaoyan, Zhang Tianci, Wang Bangfeng, Huang Shengguo

College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China

Abstract: In this paper we put forward a simple and efficient color mapping method to improve the sufficiency of nearly color night vision schemes based on global statistics. First, multi-band images are fused into the three components of an RGB image in terms of a simple linear fusion strategy based on the opponent property of ON-center OFF-surround reception in biological vision. Then a color clustering method is applied to produce color fields in the fused image. The corresponding fields in the reference image are obtained by locating the pixels in the fused image and finding the corresponding pixels in the reference image. Finally, the local mapping in the simplified Lab color space optimizes the match between the night vision and the reference images. Experiments have shown that the proposed scheme can yield a night vision image with a natural daytime color appearance while also improving the speed.

Key words: coloring night-vision; color mapping; color space; image fusion

0 引言

彩色夜视技术是指将两个(或多个)波段的夜视成像传感器同时采集的同一场景的多幅图像通过光学和图像处理手段融合为一幅既能反应波段场景信息, 又适于人眼观察的彩色图像, 以提高夜视系统的性能。微光和红外成像是主要的两种夜视成像模

式, 二者成像机理不同, 能够提供场景的互补信息, 被广泛应用于导航、场面监视、搜救和安全侦查领域中^[1-2]。彩色夜视算法主要分为两类: 彩色空间直接映射法和自然感彩色夜视法。前一种方法在三原色(RGB)或饱和色图(HSV)彩色空间中, 组合多个单色波段图像信号为伪彩色图像信号。该方法生成的彩色图像与自然色相差很大, 不利于长期观察。而自然感彩色夜视融合算法使得融合图像彩色感觉

收稿日期: 2011-07-15; 修回日期: 2011-10-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(10772081); 中国博士后基金项目(20110491415)

第一作者简介: 钱小燕(1979—), 女, 讲师, 2007年于南京理工大学获计算机应用专业博士学位, 主要研究方向图像处理。

E-mail: qianxiaoyan@nuaa.edu.cn

与人眼视觉基本一致,能够更有效地辅助观察人员获取目标场景信息,提高反应速度,并且可减少观察者的疲劳感。因此,目前的彩色夜视算法着重于彩色的真实性和自然感,使其尽可能与人眼感知的白天自然场景一致。

自然感彩色夜视算法主要在正交性较强的颜色空间利用颜色迁移算法实现参考彩色图像对夜视图像的上色。颜色迁移方法利用图像的统计信息将参考图像的颜色融合进目标图像,使其具有类似于参考图像的颜色。2003年,Toet等人^[3]首次将Reinhard^[4]提出的颜色传输算法应用到多波段夜视图像(近红外、微光、中波红外)融合中,使夜视图像看起来与白天时一样清晰和丰富多彩。由于Reinhard提出的颜色传输算法包含多个颜色空间转换,以及对数变换等,整个彩色化过程需要大量处理时间,难以实现实时处理。Tsagaris等人在Lab空间^[5]、文献[6-7]在YUV颜色空间,实现了彩色夜景可视化,提高了彩色化夜视速度。但由于采用图像全局统计信息,使得图像中不同颜色特征的目标被统一处理,有时带来不自然的着色效果。近年来,研究者们将图像分割和聚类算法应用到颜色传输中,获得了较Toet方法更加自然、真实的彩色融合图像。Zheng等人提出了一种“局部彩色化”算法实现了彩色夜景可视化,通过区域匹配将参考图像的色彩赋予伪彩色融合图像^[8];文献[9-10]采用模糊聚类算法生成了如白天般清晰和丰富彩色融合图像。上述彩色夜视算法利用图像统计信息,参考彩色图像无需与融合图像场景完全一致,仅要求构成和内容上基本类似,即可获得较自然、真实的着色效果。但以上方法存在两方面的不足:一是涉及空间转换、聚类分析、均值和方差等统计信息的计算,时间开销较大;二是采用全局颜色传输方法,对于动态图像,当场景内容变化较大时,目标颜色会随时间而不断改变,不能很好地保持目标颜色恒常性。这是由于该方法使得需要着色的目标的颜色很大程度上依赖于图像内容,内容的变化将导致全局统计信息的改变。

受“局部彩色化”思想的启发,提出一种简单快速的局部彩色化夜视算法。首先仿照人类视觉特性^[1]将多频带图像进行线性融合生成RGB伪彩色融合图像,然后,根据不同RGB值将伪彩色融合图

像分割成代表具有不同颜色特征的域;最后在简化Lab空间实现对应域间的局部颜色映射,生成自然感彩色图像。本文方法使得融合图像颜色取决于各像素自身的伪彩色融合颜色值,着色过程中避免了图像内容对目标的干扰,故能较好地保持目标颜色恒常性。算法流程如图1所示。为了获得自然、真实的彩色化效果,本文方法需要与夜视图像场景基本一致的参考彩色图像,因此,该方法适用于固定场景的监视(如民航机场场面监视)。

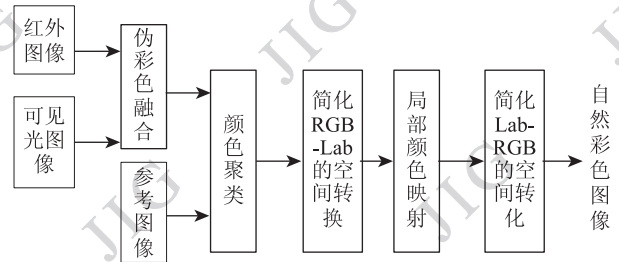


图1 算法流程

Fig. 1 Algorithm flow chart

1 伪彩色融合

已知人类视觉系统中具有中心-环绕对抗结构,能对到达感受域不同位置的光信号产生不同的兴奋或抑制响应。为了获得伪彩色融合图像,依据人类视觉系统这一特征建立红外与微光可视图像 I_{IR} 、 I_{vis} 的融合结构 I_{fuse} ^[1]。首先计算两者的共有部分:

$$I_{vis} \cap I_{IR} = \min\{I_{vis}, I_{IR}\} \quad (1)$$

然后红外与可视图像分别去除共用部分获得特有部分 I^*

$$I_{IR}^* = I_{IR} - I_{IR} \cap I_{vis}, I_{vis}^* = I_{vis} - I_{IR} \cap I_{vis} \quad (2)$$

利用特有部分的对比,仿照对抗结构映射至RGB空间,形成融合效果,即

$$R = I_{IR} - I_{vis}^*, G = I_{vis} B = I_{vis} - I_{IR}^* \quad (3)$$

经融合处理后,图像的可视效果得到了增强,某些细节信息更加丰富,颜色较符合人类视觉特性,如人们感兴趣的目标经热辐射后呈现红色,树木、草地等冷色调背景呈现蓝色(如第3节图2(c)所示)。

2 基于局部颜色映射的彩色夜视

2.1 颜色聚类

为了使得融合图像符合自然景物色彩特征,以提高目标场景的识别精度,仍需进一步对伪彩色融

合图像进行颜色处理。“局部彩色化”能够获得较全局颜色传输更好的彩色化效果,因此,基于这一思想首先采用简单的颜色聚类方法将伪彩色融合图像和对应参考图像分割成若干颜色域。对融合图像,每个像素被赋予唯一的特征标记,即

$$X_i = m_1 R_i + m_2 G_i + B_i + 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

式中, R_i, G_i, B_i 为图像中第 i 个像素的 RGB 值, n 为图像中像素总个数; m_1, m_2 为正整系数, 范围为 $0 \sim 256$, 用来控制特征标记的范围。

然后根据特征标记对伪彩色融合图像进行颜色聚类, 将图像分割成若干颜色域。具有相同特征标记的像素将归属于同一个颜色域, 即对于第 m 个域 $field_m$:

$$\begin{cases} field_m = \{ p_t, p_{t+1}, \dots, p_{t+n} \} \\ X_{t+i} = X_{t+j} \quad \forall i, j = 0, 1, \dots, n \end{cases} \quad (5)$$

式中, p_{t+i} 为融合图像中具有标记 X_{t+i} 的像素。

可以看出不同参数设置将生成不同数量的颜色域, 参数值越大, 特征标记范围越宽, 颜色域的个数将会越多。

为了实现对应域的颜色映射, 彩色参考图像中匹配颜色域由与伪彩色融合图像中对应位置像素组成。

2.2 颜色空间的简化转换

在 $l\alpha\beta$ 空间实现匹配域的颜色迁移虽能获得不错的颜色效果, 但其涉及多颜色空间转换、对数变换等, 不易实现实时处理。因此, 本文采用“独立于设备”且处理速度与 RGB 模式同样快的 Lab (CIE1976) 模式进行局部颜色映射。Lab 模式既不依赖光线, 也不依赖于颜色。其中 L 表示亮度, a 表示红-绿通道, b 表示黄-蓝通道。Lab 颜色模型具有如 $l\alpha\beta$ 空间类似的特性, 3 个通道间也基本达到正交, 故可对 3 个通道分别进行操作, 无须考虑通道交叉问题。

RGB 色彩空间经两次转换生成 Lab 模型。

首先将 RGB 颜色空间转换至 XYZ 空间:

$$[X \ Y \ Z]^T = \mathbf{M} \cdot [R/255 \ G/255 \ B/255]^T \quad (6)$$

$$\text{式中, } \mathbf{M} = \begin{bmatrix} 0.4125 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix}$$

然后, 从 XYZ 空间经式(7)转换至 Lab 空间:

$$\begin{cases} L = 116 \times f(Y/Y_n) - 16 \\ a = 500 \times [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \\ b = 200 \times [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \end{cases} \quad (7)$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & t > 0.008856 \\ 7.787 \times t + 16/116 & \text{其他} \end{cases} \quad (8)$$

式中, $t = X/X_n, Y/Y_n, Z/Z_n$; X_n, Y_n, Z_n 为 CIE XYZ 颜色空间中参考白的三刺激值。 $L \in [0, 100)$ 而 a 和 b 的取值范围分别为 $[-169, +169], [-160, +160)$ 。

由于在表达色彩范围上, Lab 模式较 RGB 模式更宽, 而显示器只能呈现 RGB 值, 故非 RGB 色彩数据的 Lab 值会被拉伸或压缩, 影响颜色迁移效果。因此, 为了加快 RGB 与 Lab 色彩空间的转换, 并将 Lab 3 个通道的值正规化为 $[0, 255]$, 对其转换过程进行以下简化。

1) 为了获得式(8)中归一化 X, Y, Z 的目的, 将转换矩阵 \mathbf{M} 中每行乘一个系数以使得各行之和为 1, 即

$$\mathbf{M}' = \begin{bmatrix} 0.4339 & 0.3572 & 0.1899 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0177 & 0.1095 & 0.8728 \end{bmatrix} \quad (9)$$

这样, 式(6)修改为

$$[X \ Y \ Z]^T = \mathbf{M}' \cdot [R \ G \ B]^T \quad (10)$$

2) 由于 XYZ 到 Lab 的转换中 L 与 X 为同区间映射关系, 因此, 可令 $L = X$;

3) 从式(6)可以看出, a 和 b 是一个色差信号, 因此可以转化为

$$\begin{cases} a = F_a \times (X - Y) + D_a \\ b = F_b \times (Y - Z) + D_b \end{cases} \quad (11)$$

式中, F_x 为调整值域的系数, $D_x = 128$ ($X = a, b$), 用来消除 a 和 b 的负值。 F_x, D_x 的取值使得 a, b 满足值域在 $[0, 255]$ 上的分布。

通过式(9)至式(11)获得

$$\begin{cases} F_a = (255 - D_a)/(X - Y) = 1.4634 \\ F_b = (255 - D_b)/(Y - Z) = 0.6196 \end{cases} \quad (12)$$

最后, 根据以上简化, RGB 与 Lab 间的相互转换为

$$\begin{cases} L = X = 0.2126 \times R + 0.7152 \times G + 0.0722 \times B \\ a = 1.4634 \times (0.2213 \times R - 0.3390 \times G + 0.1177 \times B) + 128 \\ b = 0.6196 \times (0.1949 \times R + 0.6057 \times G - 0.8006 \times B) + 128 \end{cases} \quad (13)$$

$$\begin{cases} R = L + (0.0120 \times a_1 + 0.0021 \times b_1) \\ G = L - (0.0036 \times a_1 + 0.0002 \times b_1) \\ B = L + (0.0002 \times a_1 - 0.0045 \times b_1) \end{cases} \quad (14)$$

式中, $\begin{cases} a_1 = 174 \times (a - 128) \\ b_1 = 410 \times (b - 128) \end{cases}$ 。

2.3 颜色映射

根据颜色聚类结果,将参考图像中各颜色域的颜色信息映射至伪彩色融合图像对应域中。过程如下。

1) 将伪彩色融合图像 I_{fuse} 与参考图像 I_{ref} 经式(13)从 RGB 空间转换至简化的 Lab 空间。

2) 计算参考图像每个颜色域在 3 个通道中均值的 $mn_i (i = 1, 2, \dots, m)$, 即

$$mn_i^C = \frac{\sum_{i=1}^{number} C(M_i, N_i)}{number}, C = L, a, b \quad (15)$$

式中, $number, C(M_i, N_i)$ 分别为域 i 中像素总个数及像素 (M_i, N_i) 的 Lab 值。

3) 将 I_{fuse} 中同一颜色域的像素赋予相同颜色值, 其值来自 I_{ref} 中匹配域的 3 通道均值, 即, 对融合图像 I_{fuse} 中第 $i (i = 1, 2, \dots, m)$ 域的各像素颜色值为

$$\begin{aligned} L(M_i, N_i) &= m n_i^L a(M_i, N_i) = \\ &mn_i^a b(M_i, N_i) = mn_i^b \end{aligned} \quad (16)$$

最后, 将融合图像从 Lab 空间按式(14)转换至 RGB 空间。

3 实验分析

为了验证本文算法有效性, 选取多对红外与可视图像进行实验, 同一场景的红外、可视与参考图像处理成同样大小。从算法执行速度和着色效果两方面与文献[3,5,7]进行对比。实验中特征标记参数

m_1, m_2 是根据多次实验获得的经验值。由于颜色迁移过程中参考域是由融合图像中对应像素构成, 参考图像与融合图像在内容与结构上具有较强的相似性才能带来好的着色效果, 故参考图像的选取随意性较小, 而对固定场景的监视, 相同环境的参考图像往往是容易获得的。故选取与实验 1、2 中夜视图像相似的图 2(a)、图 3(a) 作为参考图像。

实验 1 图 2(d) 是将微光图像图 2(b) 和红外图像图 2(c) 经线性运算后分别映射至 R、G、B 通道生成的伪彩色融合图片。图 2(e) — (g) 分别是文献 [3,5,7] 在 $l\alpha\beta$ 空间、Lab 空间、YUV 空间的彩色夜视效果。它们利用参考图像(图 2(a)) 和融合图像的全局一阶统计特性, 将参考图像的均值和方差信息传输至融合图像。图 2(h)(i) 为本文算法着色效果。对比可以看出, 全局颜色传输算法使得整个画面呈现淡淡的蓝色, 树木、草地和路面无法获得如参考图像般自然的彩色效果; 而本文算法使得不同目标具有了自然、真实的彩色效果, 获得了绿色的草地和树木、蓝色的天空以及灰色的路面。另外, 不同参数设置产生不同细节程度的着色效果, 当 $m_1 = 4, m_2 = 1$ 时, 图 2(h) 与图 2(d) — (f) 一样, 没有能够呈现红旗信息, 而当 $m_1 = 128, m_2 = 1$ 时, 细节信息更加丰富。但丰富细节以耗费更多时间为代价, 图 2(i) 的执行时间为 4.9028 s, 而图 2(h) 仅为 0.3803 s。

实验 2 图 3(d) — (f) 分别是文献 [3,5,7] 在 $l\alpha\beta$ 空间、Lab 空间、YUV 空间的彩色夜视效果, 图 3(g) 是本文算法着色效果。同样可以看出采用颜色映射方法, 能够使得融合图像获得如参考图像图 3(a) 般自然彩色效果。其中 $m_1 = 4, m_2 = 1$ 。

表 1 为本文算法与文献 [3,5,7] 的运行时间比较, 其中实验一的最后一列为图 2(h) 的执行时间。

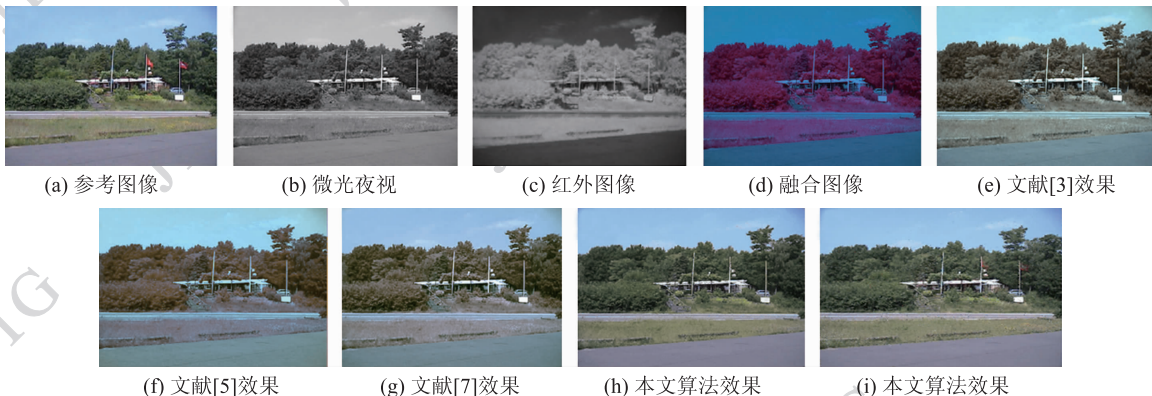


图 2 实验 1

Fig. 2 Experiment 1

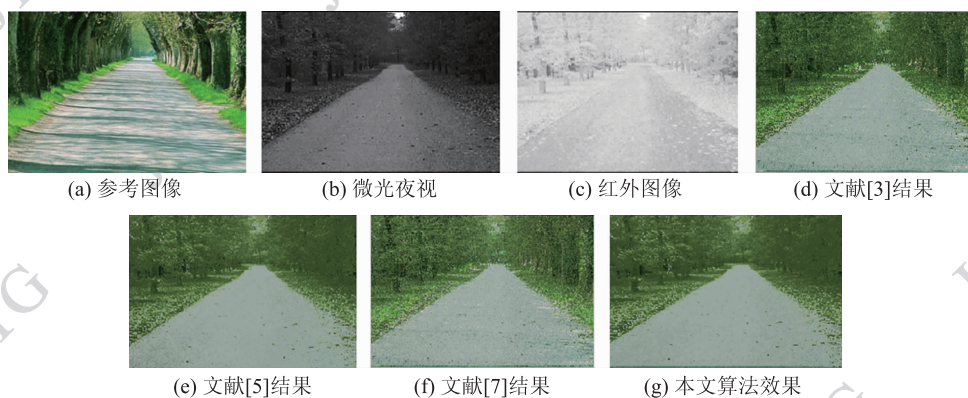


图3 实验2

Fig. 3 Experiment 2

可以看出与以往算法相比,本文算法执行速度得到了显著提高。这是由于 RGB 与简化 Lab 空间的转换只需进行一次简单的线性变换就能实现,而 RGB 与 $l\alpha\beta$ 空间不仅需要多次空间转换,而且涉及对数变换等。故采用简化的 Lab 空间进行颜色映射更加简单,速度更快。基于聚类算法的彩色夜视技术可能会获得更好的颜色迁移效果,但相同大小图像,往往需要花费几十秒才能获得最终聚类结果,更不易于实现实时处理^[10]。

表1 运行时间
Table 1 Running time /s

	文献[3]	文献[5]	文献[7]	本文算法
实验1	2.543 7	1.394 6	1.022 6	0.380 3
实验2	3.403 9	1.851 8	1.557 2	0.455 0

4 结 论

针对基于图像全局统计特性的彩色化夜视算法不能较好保持目标颜色恒常性的不足,本文将红外和微观夜视图像进行简单线性运算并映射至 RGB 空间获得伪彩色融合图像;然后将自然彩色参考图像和伪彩色融合图像根据特征标记值进行颜色聚类获得不同颜色域;最后在简化的 Lab 空间将参考图像的局部统计信息映射至融合图像对应域中,实现颜色替换,获得如白天般自然、真实的效果。实验结果显示本文颜色映射方法的图像色彩真实,纹理清晰,有利于人眼观察;同时算法执行简单、快速。但该算法对参考图像和夜视图像的相似性具有较高要求,后续将针对这一不足展开研究;另外,建立参考调色板库以及如何选择不同场景需要的参考调色板需要进一步研究。

参考文献(References)

- [1] Toet A. Image fusion by a ratio of low pass pyramid [J]. Pattern Recognition Letters, 1989, 9(4):245-253.
- [2] Toet A, Hogervorst M A, Nikolov S G, et al. Towards cognitive image fusion [J]. Information Fusion, 2010, 11(2): 95-113.
- [3] Toet A. Applying daytime colors to multiband nightvision imagery [C]// Proceedings of the Sixth International Conference on Information Fusion. Fairborn, USA; IEEE Poress, 2003:614-621.
- [4] Reinhard E, Ashikhmin M, Gooch B, et al. Color transfer between images [J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2001, 21(5): 34-41.
- [5] Tsagaris V, Anastassopoulos V. Fusion of visible and infrared imagery for night color vision [J]. Displays, 2005, 26(4-5): 191-196
- [6] Yin S F, Cao L C, Ling Y S, et al. One color contrast enhanced infrared and visible image fusion method [J]. Infrared Physics & Technology, 2010, 53(2): 146-150.
- [7] Qian X Y, Han L, Wang B F. Color fusion method for night vision based on YUV space [J]. Journal of Computer Applications, 2010, 30(12):3222-3224 [钱小燕,韩磊,王帮峰. 基于 YUV 空间的彩色夜视融合方法[J]. 计算机应用, 2010,30(12):3222-3224.]
- [8] Zheng Y, Essock E A. A local-coloring method for night-vision colorization utilizing image analysis and fusion [J]. Information Fusion, 2008, 9(2):186-199.
- [9] Ma S, Fang J N, Sun S Y, et al. Colorizing algorithm of night-vision image based on clustering of false color fused image [J]. Acta Optica Sinica, 2009, 29(6):1502-1507.
- [10] Qian X Y, Li M, Han L, et al. A fast color transfer algorithm [J]. Journal of Image and Graphics, 2011, 16(4): 613-617 [钱小燕,李敏,韩磊,等.一种快速颜色传输算法[J].中国图象图形学报,2011,16(4):613-617.]