

# Research on Grassland Image Enhancement Algorithm Based on Retinex Theory

Weiguang Liu, Yang Li

School of Computer Science, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou Henan  
Email: 1037995164@qq.com

Received: Jun. 7<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jun. 25<sup>th</sup>, 2017; published: Jun. 28<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The article proposes a kind of image enhancement algorithm for lawn image, in order to solve the problem that lawn image is so blurred due to uneven illumination or heavy fog weather that it can't identify and extract the important information effectively in outdoor environments. This paper uses wavelet transform method based on the traditional Retinex theory. It split the high frequency component and low frequency component then deal with them separately. Finally, the results are fused and reconstructed. Experimental results show that the algorithm of this paper provides the image's definition and controls noise in image processing when it compared with traditional MSRCR algorithm and histogram equalization algorithm.

## Keywords

Image Enhancement, Retinex Theory, MSRCR Algorithm

---

# 基于Retinex理论的草地图像增强算法研究

刘卫光, 李 洋

中原工学院, 计算机学院, 河南 郑州  
Email: 1037995164@qq.com

收稿日期: 2017年6月7日; 录用日期: 2017年6月25日; 发布日期: 2017年6月28日

---

## 摘 要

为了解决室外环境中由于光照不均或者大雾天气下, 草地图像模糊不清, 不能有效的识别和提取草地图像重要信息的问题, 本文提出一种专门针对草地图像的图像增强算法。本文基于传统的Retinex理论, 用小波变换的方法拆分图像的高频分量和低频分量分别进行处理, 之后再将处理结果融合重构。实验结果

表明, 相比传统的MSRCR算法和直方图均衡化方法, 本文的算法提高了图像清晰度并且有效的抑制了图像处理时产生的噪声。

## 关键词

图像增强, Retinex理论, MSRCR算法

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

图像是客观对象的一种相似性描述, 但是在拍摄过程中, 由于光照、气候等因素影响, 往往造成图像的失真或者产生噪声。图像增强能在保留图像自身信息的同时突出某些特征信息, 从而满足应用需求[1]。本文所设计的算法策略主要应用于智能割草机器人关于采集的草地图像预处理, 由于割草机器人的工作环境所致, 拍摄的图片会经常受到光照不均和大雾天气的影响。针对光照和大雾的影响, 常见的图像增强算法主要有直方图均衡化方法, Retinex 算法, 梯度域增强算法等[2] [3]。

传统的图像增强算法, 如直方图均衡化主要是通过对图像的非线性拉伸, 使图像动态范围增大, 对比度也增大, 但是这些传统的方法多应用于灰度图像[4]。随着人们视觉感知模型的发展, Retinex 理论也随之建立, 经过 40 多年的发展, 从最开始的单尺度 Retinex 算法(SSR 算法)发展到多尺度加权平均 Retinex 算法(MSR 算法)再到彩色恢复 Retinex 算法(MSRCR 算法)。

MSRCR 算法虽然能突出图像的细节部分, 但也存在着缺陷, 比如如果输入图像质量不高, 噪声也会随着细节的突出而放大; 处理完的图像会整体偏暗变灰等等[5]。为了解决这些问题, 本文提出一种分别对高频分量和低频分量处理的办法, 既能抑制高频的噪声放大, 同时又增加低频分量的对比度, 使图像清晰度增强。

## 2. 理论背景

### 2.1. 小波变换

小波变换是一种新的变换方法, 它继承和发展了短时傅里叶变换的局部化思想, 又克服了窗口大小不能随频率变换的缺点[6]。设  $\psi(t)$  为基本小波,  $\psi_{a,b}(t)$  为连续小波, 对于  $f(t) \in L^2(\mathbb{R})$ , 其连续小波变换为:

$$WT_f(a,b) = \langle f, \psi_{a,b} \rangle = |a|^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi^* \left( \frac{t-b}{a} \right) dt \quad (2.1.1)$$

其中,  $a$  不为 0,  $b, t$  均为连续变量,  $\psi^*(t)$  为  $\psi(t)$  的复共轭。其逆变换为:

$$f(t) = \frac{1}{C_\psi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{a^2} WT_f(a,b) \psi_{a,b}(t) da db \quad (2.1.2)$$

### 2.2. MSRCR 算法

Retinex 理论认为物体的颜色不是由反射光的强度而是由不同频率的光的反射能力所决定的, 所以光

照不均会影响物体颜色的一致性[7]。所以, 基于 Retinex 理论的算法其本质就是通过估计并去除图像照度分量来获取反应图像本质信息的反射分量, 来还原物体本来的面貌[8]。Retinex 理论认为, 图像模型应该是:

$$S(x, y) = R(x, y)L(x, y) \quad (2.2.1)$$

其中  $S(x, y)$  是原始图像,  $R(x, y)$  是反射分量, 反射主要包含物体轮廓, 纹理等高频信息, 大多数的去噪算法都是针对这个反射分量进行处理。  $L(x, y)$  是光照分量, 主要包含环境光照强度等低频信息, 大多数的去雾算法都是针对这个分量展开, 目的是使得低频信息对比度增强, 使图像更加清晰。

为了便于计算, 通常对上面的公式进行取对数运算, 变为:

$$R(x, y) = \log_a^{S(x,y)} - \log_z^{L(x,y)} \quad (2.2.2)$$

随着 Retinex 理论的发展, 为了解决对某些图片处理完色彩失真的问题, 研究者们提出了彩色恢复 Retinex 算法(Multi Scale Retinex with Color Restoration, MSRRCR), 其表达式如下:

$$R_{MSRCR_i}(x, y) = C_i(x, y)R_{MSR_i}(x, y) \quad (2.2.3)$$

其中  $C_i(x, y)$  用来调节三个颜色通道颜色比例的色彩恢复函数, 默认每个颜色所占比重都是 1/3。其具体实现 MATLAB 代码部分如下(以 R 通道为例):

```

Img = double(f);
[m, n] = size(f);

aa = 125;
for i = 1:m
    for j = 1:n
        C(i, j) = log(1 + aa * (Img(i, j)/I(i, j)));
    end
end

K = imfilter(Img, b);
KK = imfilter(Img, bb);
KKK = imfilter(Img, bbb);

for i = 1:m
    for j = 1:n
        G(i, j) = 1/3 * (log(Img(i, j) + 1) - log(K(i, j) + 1));
        G(i, j) = 1/3 * (log(Img(i, j) + 1) - log(KK(i, j) + 1)) + G(i, j);
        G(i, j) = C(i, j) * (1/3 * (log(Img(i, j) + 1) - log(KKK(i, j) + 1)) + G(i, j));
    end
end
end

```

### 2.3. 均值滤波

均值滤波也称为线性滤波, 采用的主要方法是邻域平均法, 即用均值代替原图像的各个像素值。这

种滤波方法非常简单易实现, 但是会损失较多细节, 不过基于草坪图像没有那么复杂的信息, 所以对图像的高频分量用均值滤波的办法处理[9]。在坐标点 $(x, y)$ 大小为 $m * n$ 的矩形窗口 $S_{xy}$ , 算术平均值是窗口 $S_{xy}$ 中被干扰图像 $g(x, y)$ 的平均值, 数学表达式如下:

$$f(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t) \quad (2.3.1)$$

逆谐波均值滤波器表达式如下:

$$f(x, y) = \frac{\sum_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t)^{Q+1}}{\sum_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t)^Q} \quad (2.3.2)$$

其中,  $Q$  为滤波器的阶数, 当  $Q$  为正数时, 可以消除椒噪声; 当  $Q$  为负数时, 可以消除盐噪声。

### 3. 本文算法设计

本文针对草地图像的增强算法整体设计流程如图 1 所示。

因为草坪环境是室外环境, 所以容易受到光照, 天气等因素的影响, 为了后续方便对草地图像进行分割、提取等操作, 有必要对草地图像进行预处理。本文基于此需求, 设计了这样一套预处理算法策略: 先对拍摄的原始图像进行小波变换分解, 抓取到图像中的高频分量和低频分量。针对高频分量, 采取均值滤波的办法去除噪声; 对于低频分量部分, 采用 MSRCR 算法增强图像信息对比度, 突出主要信息。在实际做实验的过程中, 发现处理的效果不错, 但是本文算法也有明显的不足, 即 MSRCR 是对每个颜色通道分别处理再叠加, 因此时间复杂度也相应的提高了。

基于时间复杂度的考虑并且针对算法目的, 我们可以只对 G 通道进行卷积运算, R 通道和 B 通道取得反射信息后直接输出即可。这样输出的图像虽然突兀, 但是也能有效的去除草地上的雾气等, 能为后续草坪边缘的识别提供保障。

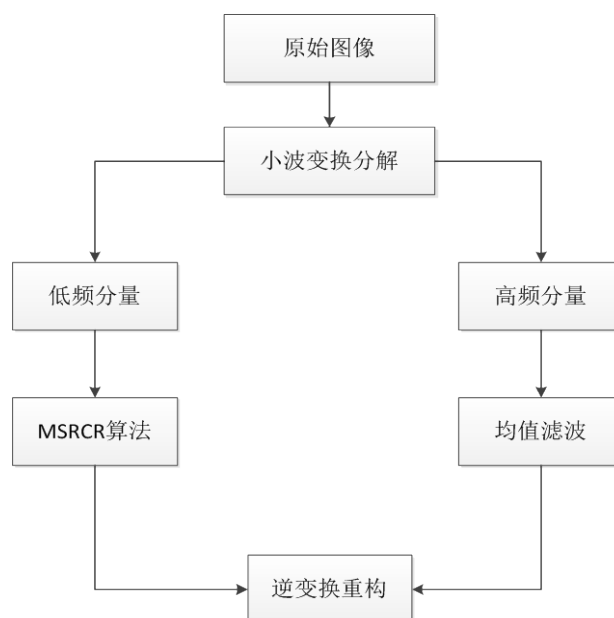


Figure 1. The overall flow chart of this algorithm

图 1. 本文算法整体流程图

## 4. 实验与分析

本文所做的实验都是在 win7 64 位操作系统下, 在 MATLAB 环境里进行测试, 对比直方图均衡化方法和传统的自适应图像增强算法, 对比结果如下图所示。

图 2 是带雾的而且光照条件也不相同的 2 幅草坪图像; 图 3 是用直方图均衡化的方法进行处理后的结果; 图 4 是用自适应增强算法处理后的结果; 图 5 是本文的算法处理后的结果。通过观察可以发现, 直方图均衡化算法处理后的图失真比较严重。图 4 是自适应增强算法, 可以看到处理效果相对比较好, 但是时间花费较长, 每次运行时间大约是 43 ms。图 5 是本文算法, 处理近景的效果比较理想, 但是远景对比度还是不太好, 每次运行时间大约为 27 ms。峰值信噪比(PSNR)和均方误差(MSE)是评价图像质量的两个客观标准[10], PSNR 表示信号最大可能功率和影响它的表示精度的破坏性噪声功率之间的比值, 单位是 dB, 它的比值越大代表失真越少, 而 MSE 越小, 则代表预测模型有更好的精确度。选取第一幅图像作为参照, 四种算法对比如表 1 所示。



Figure 2. The original image  
图 2. 原始图像

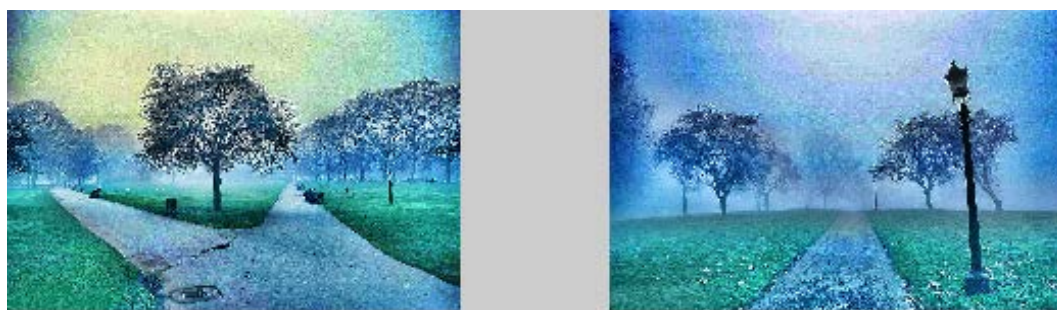


Figure 3. Histogram equalization  
图 3. 直方图均衡化



Figure 4. Adaptive enhancement algorithm  
图 4. 自适应增强算法





**Figure 5.** The algorithm of this paper  
**图 5.** 本文算法

**Table 1.** PSNR values and MSE values for various enhancement algorithms  
**表 1.** 各种增强算法的 PSNR 和 MSE

| 原始图像    | 直方图均衡化 | 自适应增强算法 | 本文算法 |
|---------|--------|---------|------|
| PSNR/dB | 25.4   | 27.1    | 26.9 |
| MSE     | 107.6  | 97.2    | 81.4 |

## 5. 结束语

Retinex 是一种建立在科学实验基础上的理论, 本文为了能保证突出草地图像在各种天气和时间段内的重要图像信息, 采用了以 Retinex 理论为基础的算法设计。通过实验发现, 在大多数情况下, 都可以对草地图像的重要信息进行强化。相比于其他方法, 本文算法对草地图像的处理结果更好。但是本文在某些方面的问题还没有得到解决: 远景雾气不能完全消除; 处理后的图像整体发灰。

## 基金项目

本文得到国家自然科学基金项目支持, No.U1404606, 基于概率图模型的图像分割方法研究; 本文得到河南省科技攻关项目支持 No.152102210360, 深度学习在视觉目标检测中的关键技术研究; No.172102210070, 基于机器视觉和无线定位技术的割草机器人模型研究。

## 参考文献 (References)

- [1] Kim, S., Kang, W., Lee, E., *et al.* (2010) Wavelet-Domain Color Image Enhancement Using Filtered Directional Bases and Frequency-Adaptive Shrinkage. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, **56**, 1063-1070.
- [2] 梁琳, 何卫平, 雷蕾, 等. 光照不均图像增强方法综述[J]. 计算机应用研究, 2010, 27(5): 1625-1628.
- [3] 李菊霞, 余雪丽. 雾天条件下的多尺度 Retinex 图像增强算法[J]. 计算机科学, 2013, 40(3): 299-301.
- [4] 周海珍, 熊登峰. 关于直方图均衡化算法在图像灰度处理中的应用研究[J]. 科技创新与应用, 2015(32): 51-52.
- [5] 常戡, 白佳弘. 基于回转对称双边滤波的 Retinex 图像增强算法[J]. 计算机工程, 2016, 42(6): 265-273.
- [6] 刘涛. 小波变换技术概述[J]. 中国新技术新产品, 2010(22): 33-33.
- [7] 李垚峰, 何小海, 吴小强. 改进的带色彩恢复的多尺度 Retinex 雾天图像增强算法[J]. 计算机应用, 2014, 34(10): 2996-2999.
- [8] Nicholls, S.J., Sipahi, I., Schoenhagen, P., *et al.* (2006) Application of Intravascular Ultrasound in Anti-Atherosclerotic Drug Development. *Nature Reviews Drug Discovery*, **5**, 485.
- [9] 舒志龙, 阮秋琦. 一种二维均值滤波快速算法及其应用[J]. 北京交通大学学报, 2001, 25(2): 22-24.
- [10] 朱亚辉, 彭国华. 基于多尺度 PSNR 的图像融合评价算法[J]. 计算机应用研究, 2012, 29(7): 2784-2786.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[csa@hanspub.org](mailto:csa@hanspub.org)