



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105931201 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201610248817.X

(22)申请日 2016.04.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105931201 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(73)专利权人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 孙泽斌 赵琦 冯文全 赵洪博
张博学 张文峰 黄立东

(74)专利代理机构 北京慧泉知识产权代理有限公司 11232
代理人 王顺荣 唐爱华

(51)Int.Cl.
G06T 5/00(2006.01)
G06T 5/50(2006.01)

(56)对比文件

CN 101201937 A,2008.06.18,
CN 103310414 A,2013.09.18,
US 2013243347 A1,2013.09.19,
Huang Lidong et al..Combination of
contrast limited adaptive histogram
equalisation and discrete wavelet
transform for image enhancement.《IET
Image Processing》.2015,第9卷(第10期),

审查员 刘梦瑶

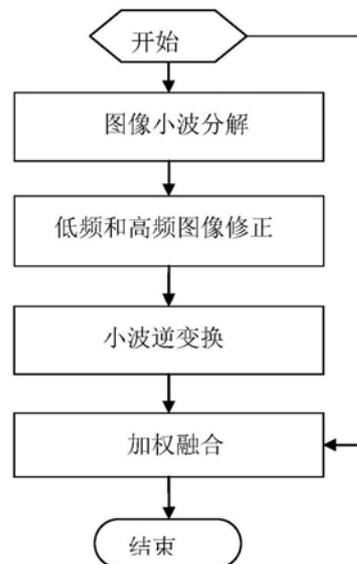
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法

(57)摘要

本发明提供一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,该方法包括:一、图像小波分解:对输入图像进行小波变换,得到低频图像和高频图像;然后对得到的高频图像中其中三幅分别进行归一化,再求和得到细节图像。二、低频和高频图像修正:统计第一步得到的低频图像中对应细节图像中幅值较大点的灰度分布,得到细节信息加权灰度直方图。三、小波逆变换:对第二步增强后的低频图像和校正后的高频图像进行小波逆变换得到重构图像。四、加权融合:将重构图像和输入图像进行加权融合得到最终增强后图像。通过以上步骤,能够解决图像过增强问题,并有效突出图像的细节信息、改善图像的亮度分布、提高图像的对比度,进而增强图像的主观视觉效果。



1. 一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,其特征在于:步骤如下:

第一步:图像小波分解;

所述的图像小波分解步骤中,是对输入图像进行小波变换,得到低频图像和高频图像;然后对得到的三幅高频图像分别进行归一化,再求和得到细节图像;

第二步:低频和高频图像修正;

所述的低频和高频图像修正步骤中,是利用第一步得到细节图像的信息,统计低频图像的细节信息加权灰度直方图;然后,对该直方图进行直方图均衡化,对第一步得到的低频图像进行增强,对高频图像进行伽马校正,得到修正后的三幅高频图像;

第三步:小波逆变换;

所述的小波逆变换步骤中,是对第二步增强后的低频图像和校正后的高频图像进行小波逆变换得到重构图像;

第四步:加权融合;

所述的加权融合步骤中,是将重构图像和输入图像进行加权融合得到最终增强后图像;

其中,在第二步中,统计第一步得到的低频图像中对应细节图像中幅值较大点的灰度分布,得到细节信息加权灰度直方图;

其中,在第二步中,细节信息灰度加权直方图h的求取方法如下:对低频图像中的每个像素点(x,y)进行遍历,如果其对应的细节图像幅值大于某一给定阈值时,即 $D(x,y) > T$,则在该像素点灰度值对应的直方图个数加1,即 $h(I_A(x,y)) = h(I_A(x,y)) + 1$;其中, I_A 为低频图像,其大小为 $M \times N$, D 为步骤一中获取的细节图像, M 、 N 为自然数, h 为细节信息灰度加权直方图; $x=1,2,\dots,M,y=1,2,\dots,N$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,其特征在于:在第一步中,计算细节图像D的方法如下:

$$D = \text{Norm}(|\text{Norm}(|I_H|)|) + \text{Norm}(|I_V|) + \text{Norm}(|I_D|)$$

$$\text{Norm}(I_{input}) = \frac{I_{input} - \min(I_{input})}{\max(I_{input}) - \min(I_{input})}$$

I_{input} 为输入图像, I_H 、 I_V 和 I_D 为图像小波分解后的三幅高频图像; $\text{Norm}(I_{input})$ 表示对图像进行归一化操作。

3. 根据权利要求1所述的一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,其特征在于:在第二步中,所述的低频和高频图像修正步骤,高频图像的伽玛校正步骤如下:

$$I_H^{Gamam} = \text{Gamma}(I_H), I_V^{Gamam} = \text{Gamma}(I_V), I_D^{Gamam} = \text{Gamma}(I_D)$$

$$\text{Gamma}(I_{input}(x,y)) = \left(\frac{I_{input}(x,y)}{K}\right)^\alpha * K, (x=1,2,\dots,M,y=1,2,\dots,N)$$

I_H 、 I_V 和 I_D 为图像小波分解后的三幅高频图像, $\text{Gamma}(I_{input})$ 表示对输入图像进行伽玛校正操作, $\text{Gamma}(I_H)$ 、 $\text{Gamma}(I_V)$ 和 $\text{Gamma}(I_D)$ 分别表示对 I_H 、 I_V 和 I_D 三幅高频图像所有像素点进行伽马校正; α 和 K 为伽马校正两参数, K 取300, $0 < \alpha < 1$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,其特征在于:在第四步中,对重构图像和原始图像的加权方法如下:

$$I_{\text{enhance}}(x, y) = I_0(x, y) * W(x, y) + I_{\text{constructed}}(x, y) * (1 - W(x, y)) * \lambda$$

其中, $W(x, y) = (I_0(x, y) / 255)^\beta$, I_0 为原始输入图像, $I_{\text{constructed}}$ 为第三步中得到的重构后图像, I_{enhance} 为最终融合图像; β 参数用于控制原始图像保留度, λ 参数用于补偿由于加权而降低的图像亮度, $x=1, 2, \dots, M, y=1, 2, \dots, N; 0 < \beta < 1; \lambda > 1$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法, 其特征在于: β 取0.8。

一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法

【技术领域】

[0001] 本发明提供一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,属于数字图像处理技术领域,

【背景技术】

[0002] 图像增强是图像处理中的重要预处理步骤。它可以有效改善图像的质量,提高图像主观视觉效果,并突出其有用特征。其中直方图均衡化是应用最为广泛的图像增强算法之一。直方图均衡化首先对图像直方图概率密度进行累加得到映射函数,然后采用该映射对图像进行增强。由于增强后图像各灰度级对应的对比度增量正比于直方图中其对应的像素个数,直方图均衡化面临过增强问题。为了控制图像对比度的增强程度,研究者提出了大量基于直方图均衡化的改进算法。但这些算法不能从根本上解决过增强问题。当原始图像直方图中峰值较大时,过增强现在依然普遍存在。另一方面,基于直方图均衡化的增强算法,不能够有效增强图像的细节信息和改善图像的亮度分布,进而不能充分提高图像的主观视觉效果。

【发明内容】

[0003] 本发明的目的是提供一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,它能够解决图像过增强问题,并有效突出图像的细节信息、改善图像的亮度分布、提高图像的对比度,进而增强图像的主观视觉效果。

[0004] 为实现上述目的,本发明的基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,其步骤如下:

[0005] 一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,其步骤如下:

[0006] 第一步:图像小波分解;

[0007] 第二步:低频和高频图像修正;

[0008] 第三步:小波逆变换;

[0009] 第四步:加权融合。

[0010] 所述的图像小波分解步骤中,是对输入图像进行小波变换,得到低频图像和高频图像;然后对得到的三幅高频图像分别进行归一化,再求和得到细节图像。

[0011] 所述的图像小波分解步骤中,计算细节图像D的方法如下:

[0012] $D = \text{Norm}(|\text{Norm}(|I_H|)|) + \text{Norm}(|I_V|) + \text{Norm}(|I_D|)$

[0013]
$$\text{Norm}(I_{input}) = \frac{I_{input} - \min(I_{input})}{\max(I_{input}) - \min(I_{input})}$$

[0014] I_{input} 为输入图像, I_H 、 I_V 和 I_D 为图像小波分解后的三幅高频图像。 $\text{Norm}(I_{input})$ 表示对图像进行归一化操作。

[0015] 所述的低频和高频图像修正步骤中,是利用第一步得到细节图像的信息,统计低频图像的细节信息加权灰度直方图;然后,对该直方图进行直方图均衡化,对第一步得到的

低频图像进行增强,对高频图像进行伽马校正,得到修正后的三幅高频图像。

[0016] 图像经过小波变换以后得到一幅低频图像和三幅高频图像。基于三幅高频图像求出细节图像。低频图像和细节图像是大小一样,一一对应的。低频图像描述图像的近似信息,细节图像描述图像对应的细节信息。在该步骤中,结合了细节图像中包含的细节信息对低频图像进行直方图统计:统计直方图对象是低频图像,只不过利用了细节图像的信息。

[0017] 所述的低频和高频图像修正步骤中,统计第一步得到的低频图像中对应细节图像中幅值较大点的灰度分布,得到细节信息加权灰度直方图。

[0018] 所述的低频和高频图像修正步骤中,细节信息灰度加权直方图 h 的求取方法如下:对低频图像中的每个像素点 (x, y) ($x=1, 2, \dots, M, y=1, 2, \dots, N$) 进行遍历,如果其对应的细节图像幅值大于某一给定阈值时 ($D(x, y) > T$), 则在该像素点灰度值对应的直方图个数加1 ($h(I_A(x, y)) = h(I_A(x, y)) + 1$)。其中 I_A 为低频图像,其大小为 $M \times N$, D 为步骤一中获取的细节图像, M 、 N 为自然数, h 为细节信息灰度加权直方图。

[0019] 所述的低频和高频图像修正步骤中,高频图像的伽玛校正步骤如下:

$$[0020] \quad I_H^{Gamam} = Gamma(I_H), I_V^{Gamam} = Gamma(I_V), I_D^{Gamam} = Gamma(I_D)$$

$$[0021] \quad Gamma(I_{input}(x, y)) = \left(\frac{I_{input}(x, y)}{K} \right)^\alpha * K, (x = 1, 2, \dots, M, y = 1, 2, \dots, N)$$

[0022] I_H 、 I_V 和 I_D 为图像小波分解后的三幅高频图像, $Gamma(I_{input})$ 表示对输入图像进行伽玛校正操作, $Gamma(I_H)$ 、 $Gamma(I_V)$ 和 $Gamma(I_D)$ 分别表示对 I_H 、 I_V 和 I_D 三幅高频图像所有像素点进行伽马校正。 α ($0 < \alpha < 1$) 和 K 为伽马校正两参数, K 取300。

[0023] 所述的小波逆变换步骤中,对第二步增强后的低频图像和校正后的高频图像进行小波逆变换得到重构图像。

[0024] 所述的加权融合步骤中,将重构图像和输入图像进行加权融合得到最终增强后图像。

[0025] 所述的加权融合步骤中,对重构图像和原始图像的加权方法如下:

$$[0026] \quad I_{enhance}(x, y) = I_0(x, y) * W(x, y) + I_{constructed}(x, y) * (1 - W(x, y)) * \lambda$$

[0027] 其中, $W(x, y) = (I_0(x, y) / 255)^\beta$, ($x=1, 2, \dots, M, y=1, 2, \dots, N$); I_0 为原始输入图像, $I_{constructed}$ 为第三步中得到的重构后图像, $I_{enhance}$ 为最终融合图像。 β ($0 < \beta < 1$) 参数用于控制原始图像保留度, λ ($\lambda > 1$) 参数用于补偿由于加权而降低的图像亮度, β 取0.8。

[0028] 基于上述步骤,本发明的基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法可以达到以下目的:

[0029] 一:通过不统计包含细节信息较少的点的像素个数,可以有效缓解传统直方图中的峰值,避免过增强现象。

[0030] 二:通过增强图像高频部分的细节信息,可以提高增强图像的清晰度。

[0031] 三:将重构后图像和原始图像进行加权融合,可以进一步缓解过增强,并改善图像的亮度分布。

[0032] 总之,本发明能够解决过增强问题、突出图像细节、改善图像亮度,进而显著提高图像的主观视觉效果。

【附图说明】

- [0033] 图1是本发明的流程图。
- [0034] 图2是本发明的一个实施例中处理前的原始图像。
- [0035] 图3为原始图像灰度直方图。
- [0036] 图4为低频图像细节信息加权灰度直方图。
- [0037] 图5是应用本发明的方法后得到的图像。

【具体实施方式】

[0038] 下面结合附图和具体实施例对本发明的一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法进行更进一步的介绍。

[0039] 如图1所示,一种本发明的一种基于小波变换的图像主观视觉效果增强方法,步骤如下:

[0040] 第一步:图像小波分解;

[0041] 对输入图像进行小波变换,得到低频图像和高频图像;然后对三幅高频图像分别进行归一化,再求和得到细节图像。

[0042] 在本实施例中,采用现有的Haar小波基对输入图像进行一层小波分解,得到三幅高频图像;计算细节图像D的方法如下:

[0043] $D = \text{Norm}(|\text{Norm}(|I_H|)|) + \text{Norm}(|I_V|) + \text{Norm}(|I_D|)$

[0044] $\text{Norm}(I_{input}) = \frac{I_{input} - \min(I_{input})}{\max(I_{input}) - \min(I_{input})}$

[0045] I_{input} 为输入图像, I_H 、 I_V 和 I_D 为图像小波分解后的三幅高频图像。 $\text{Norm}(I_{input})$ 表示对图像进行归一化操作。

[0046] 归一化方法如下: $I_{normalized} = \frac{I_{input} - \min(I_{input})}{\max(I_{input}) - \min(I_{input})}$, I_{input} 为输入图像; $I_{normalized}$ 输出归一化图像, $\min(I_{input})$ 和 $\max(I_{input})$ 分别表示输入图像的灰度最大值和最小值。

[0047] 第二步:低频和高频图像修正;

[0048] 根据第一步的得到的细节图像,计算低频图像的细节信息加权灰度直方图;然后,对该直方图进行直方图均衡化,对第一步得到的低频图像进行增强,对高频图像进行伽马校正,得到修正后的三幅高频图像。

[0049] 在本实施例中,统计第一步得到的低频图像中对应细节图像中幅值较大点的灰度分布,得到细节信息加权灰度直方图。此处的幅值较大为细节图像最大值的20%。该直方图只统计了对应细节信息较强的像素点,这可以有效去除图像中细节信息较小的像素点,如天空,海洋等大范围背景,进而缓解直方图峰值的出现。

[0050] 细节信息灰度加权直方图h的求取方法如下:对低频图像中的每个像素点(x,y) ($x=1,2,\dots,M,y=1,2,\dots,N$)进行遍历,如果其对应的细节图像幅值大于某一给定阈值时($D(x,y) > T$),则在该像素点灰度值对应的直方图个数加1 ($h(I_A(x,y)) = h(I_A(x,y)) + 1$)。其中 I_A 为低频图像,其大小为 $M \times N$,D为步骤一中获取的细节图像,M、N为自然数。

[0051] 高频图像的伽玛校正步骤如下:

$$[0052] \quad I_H^{Gamam} = Gamma(I_H), I_V^{Gamam} = Gamma(I_V), I_D^{Gamam} = Gamma(I_D)$$

$$[0053] \quad Gamma(I_{input}(x, y)) = \left(\frac{I_{input}(x, y)}{K} \right)^\alpha * K, (x = 1, 2, \dots, M, y = 1, 2, \dots, N)$$

[0054] I_H 、 I_V 和 I_D 为图像小波分解后的三幅高频图像。 $\Gamma(I_{input})$ 表示对输入图像进行伽玛校正操作。 α ($0 < \alpha < 1$)和 K 为伽马校正两参数。 K 取300。伽玛校正可以有效提高图像的高频信息,进而增强图像的细节。

[0055] 第三步:小波逆变换;

[0056] 对第二步增强后的低频图像和校正后的高频图像采用现有技术进行小波逆变换得到重构图像。

[0057] 第四步:加权融合;

[0058] 将重构图像和输入图像进行加权融合得到最终增强后图像。

[0059] 在本实施例中,对重构图像和原始图像的加权方法如下:

$$[0060] \quad I_{enhance}(x, y) = I_0(x, y) * W(x, y) + I_{constructed}(x, y) * (1 - W(x, y)) * \lambda$$

[0061] 其中, $W(x, y) = (I_0(x, y) / 255)^\beta$, ($x = 1, 2, \dots, M, y = 1, 2, \dots, N$)。原始图像中灰度值较大的点,其加权系数 $W(x, y)$ 也较大,这样增强后图像保留了更多原始图像。由于原始图像中两度较大的点,其增强的必要性越小,通过该加权进行融合,可以缓解过增强。 I_0 、 $I_{constructed}$ 和 $I_{enhance}$ 分别为原始输入图像、第三步中得到的重构后图像和最终融合图像, β ($0 < \beta < 1$)参数用于控制原始图像保留度, λ ($\lambda > 1$)参数用于补偿由于加权而降低的图像亮度。 β 一般取0.8。 λ 根据输入图像的亮度确定,亮度越低, λ 越大。通过该加权融合操作可以进一步避免过增强,保留原始图像中较亮区域的细节信息。同时,通过亮度补偿可以提高图像的亮度值。

[0062] 为验证本专利提出算法的有效性、合理性、可行性及科学性,对图2中原始图像采用该算法进行增强。图3是原始图像灰度直方图;图4是步骤2.1)中得到的细节信息加权灰度直方图;图5是应用本发明的方法处理后的增强图像。试验中各参数设置如下: $T = 0.423$, $\alpha = 0.6$, $K = 300$, $\beta = 0.8$, $\lambda = 1.6$ 。

[0063] 由试验结果可以看出,本文算法可以有效改善图像的主观视觉效果:坦克部分的细节得到有效增强;图像的整体对比度得到有效提升;图像的亮度分布得到改善;从图3和图4可以看出,细节信息加权灰度直方图可以有效缓解传统灰度直方图中的峰值,进而避免过增强。

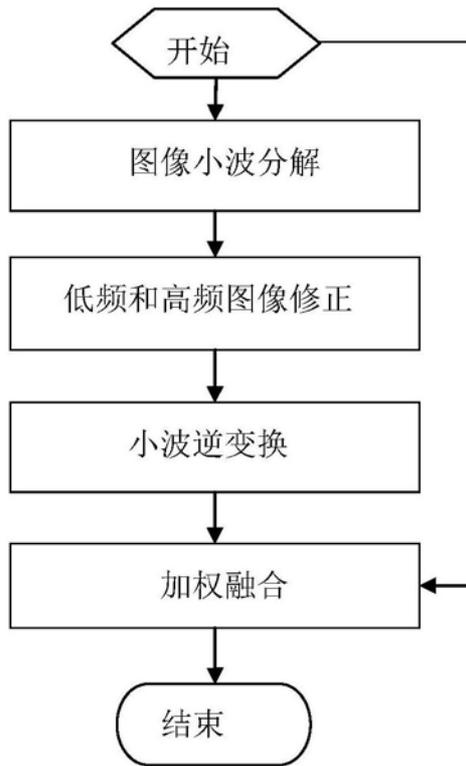


图1



图2

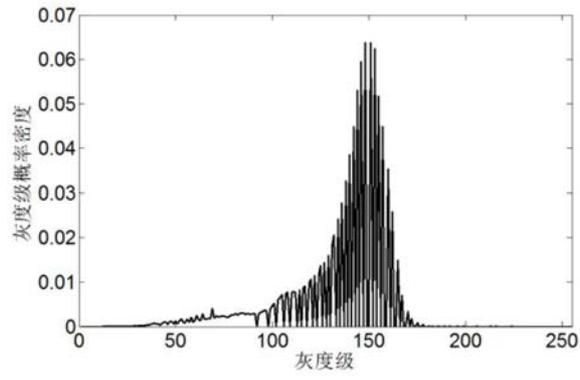


图3

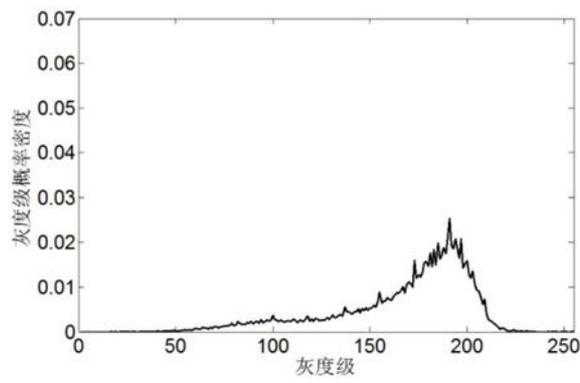


图4



图5