



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105096277 B

(45)授权公告日 2017.08.01

(21)申请号 201510593051.4

(22)申请日 2015.09.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105096277 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(73)专利权人 华北电力大学(保定)

地址 071003 河北省保定市永华北大街619号

(72)发明人 戚银城 蔡银萍 赵振兵 徐磊

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

G06T 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104574281 A,2015.04.29,

CN 104899840 A,2015.09.09,
CN 104063847 A,2014.09.24,
Ning Liu et al..Detail enhancement for high-dynamic-range infrared images based on guided image filter.《Infrared Physics & Technology》.2014,第67卷
钱小燕.引导滤波的红外图像预处理算法.《科学技术与工程》.2015,第15卷(第31期),
龙鹏等.LoG边缘算子改进的加权引导滤波算法.《计算机应用》.2015,第35卷(第9期),
Cuong Cao Pham et al..Adaptive Guided Image Filtering for Sharpness Enhancement and Noise Reduction.《International Conference on Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology》.2011,

审查员 齐会娇

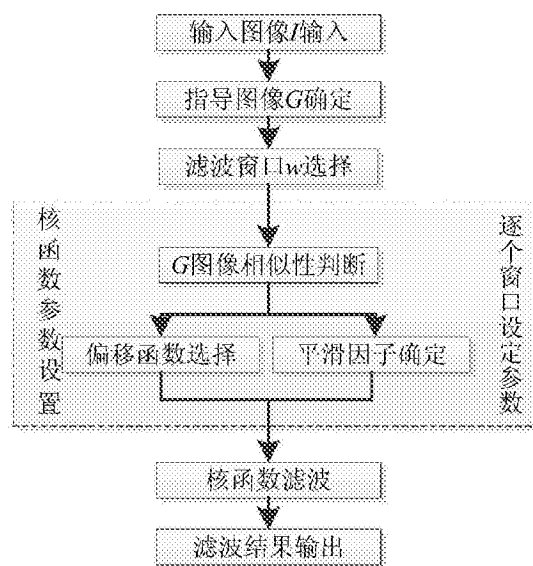
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法,包括确定输入图像I和选择指导图像G,设定滤波窗口w的大小;分别以各像素作为滤波窗口的中心像素,判断指导图像G的当前滤波窗口中各像素点的灰度值与中心像素的灰度值是否相似,统计窗口内相似像素数目并按类别设置偏移函数,同时根据每个窗口方差的大小分类设置平滑因子。完成偏移函数和平滑因子的选择后,将其带入核函数中,按照核函数计算滤波后像素的灰度值,获得滤波后的输出图像。本发明解决了偏移函数和平滑因子选择未考虑窗口自身特性的问题,能够有区别的处理窗口内的局部边缘特征和细节信息。同时依据窗口方差自适应选择多值,使滤波后的图像具有更好的边缘和更多的细节。



1. 一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1:选择输入图像I和指导图像G,设定滤波窗口的大小 $w = (2*r+1) * (2*r+1)$,r为窗口半径, $|w|$ 代表窗口内像素点的个数;

步骤2:分别以各像素为滤波窗口的中心像素,使用核函数滤波输入图像,包括以下具体步骤:

步骤2-1:判断指导图像G的当前滤波窗口中各像素点的灰度值 $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 和中心像素点的灰度值 G_m 是否相似,如果不相似,将所述像素点的灰度值 G_i 置为0,否则所述像素点的灰度值 G_i 保持原值;

步骤2-2:统计当前滤波窗口中和中心像素点的灰度值 G_m 不相似的像素点的个数;判断其是否超过预设阈值,如果是,设置偏移函数 ξ_i 为0;否则,设置偏移函数为:

$$\xi_i = \begin{cases} MAX(w_k) - G_i & \Delta_i > 0 \\ MIN(w_k) - G_i & \Delta_i < 0 \\ 0 & \Delta_i = 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中偏移量 $\Delta_i = G_i - \mu_k$, $MIN(w_k)$ 、 $MAX(w_k)$ 、 μ_k 分别为指导图像G的当前滤波窗口内的最小像素灰度值、最大像素灰度值和像素灰度均值; $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 为指导图像G当前滤波窗口内的第i个像素的灰度值;

步骤2-3:确定平滑因子 ϵ ,逐一计算各滤波窗口中像素灰度值的方差并保存在方差矩阵Var;

步骤2-4:依次判断各滤波窗口的方差是否大于等于方差矩阵Var的均值,如果是,定义为大方差滤波窗口,否则,定义为小方差滤波窗口;大方差滤波窗口内的平滑因子小于小方差滤波窗口内的平滑因子,按如下公式选择:

$$\epsilon(i, j) = \begin{cases} |Var(i, j) - \mu_{var}| & Var(i, j) \geq \mu_{var} \\ |Var(i, j) - \mu_{var}| \times 2 & Var(i, j) < \mu_{var} \end{cases} \quad (2)$$

其中i和j代表像素坐标, μ_{var} 代表方差矩阵Var的均值; $Var(i, j)$ 代表方差矩阵Var在(i, j)点的值;

步骤2-5:将平滑因子设置为核函数的参数,使用核函数计算滤波后像素的灰度值,输出滤波后的图像。

2. 根据权利要求1所述的基于参数选择的图像自适应指导滤波方法,其特征在于:所述步骤2-1中判断所述指导图像G在滤波窗口中各像素点 $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 和中心像素点 G_m 的灰度值是否相似的方法为判断所述像素点 G_i 的灰度值与中心像素点 G_m 的灰度值的差值的绝对值是否小于所述指导图像G在滤波窗口中像素灰度值标准差 σ_k 的1/3。

3. 根据权利要求1所述的基于参数选择的图像自适应指导滤波方法,其特征在于:所述步骤2-3中,大方差滤波窗口中的平滑因子和小方差滤波窗口中的平滑因子 ϵ 根据相似性判断后的方差矩阵Var自适应选择。

一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像自适应指导滤波方法,尤其是一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法,属于图像处理技术领域。

背景技术

[0002] 在计算机视觉和计算机图像学中,滤波技术被应用到大部分领域,其主要作用是抑制或提取图像的某些内容。经典的平均滤波和高斯滤波属于线性滤波,采用的是加权平均的思想,其核函数具有空间不变性且独立于图像的内容,在抑制噪声的同时,也模糊了图像的边缘。双边滤波是一种典型的非线性滤波,考虑了像素的空间邻近关系,但传统双边滤波存在的非线性估计不足问题。因此,指导滤波应运而生。指导滤波是一种局部的线性模型,在滤波过程中加入一个额外的指导图像并显式地表现在滤波器核函数之中,能快速实现图像平滑滤波和保留边缘的功能,在图像去噪、图像增强、图像去雾等领域有着广泛的应用前景。

[0003] 图像的指导滤波是一个线性移可变的滤波过程,包括指导图像 G ,输入图像 I 和输出图像 O 。其中指导图像 G 可以根据应用事先设定,也可以直接取为输入图像 I 。

[0004] 对于输出图像中的第 i 个像素 O_i ,其计算方法为:

$$[0005] \quad O_i = \sum_j W_{ij}(G) I_j, \quad (1)$$

[0006] 其中 i, j 为像素位置, W_{ij} 为指导滤波器的核函数。其定义为:

$$[0007] \quad W_{ij}(G) = \frac{1}{|w|^2} \sum_{k:(i,j) \in w_k} \left(1 + \frac{(G_i - \mu_k)(G_j - \mu_k)}{\sigma_k^2 + \varepsilon} \right). \quad (2)$$

[0008] 式中, w_k 为第 k 个核函数窗口,一般来讲,各核函数窗口内的像素个数相等,均为 $|w|$, μ_k 和 σ_k^2 是指导图像 G 在第 k 个核函数窗口内灰度值的均值和方差, ε 是平滑因子。 $k:(i, j)$ 表示第 k 个核函数窗口的像素位置, G_i 和 G_j 是该核函数窗口内第 i 个像素和第 j 个像素的灰度值。

[0009] 在上述的指导滤波的原理中,主要涉及两个参数的选择:滤波窗口 w 和平滑因子 ε 。传统指导滤波未考虑窗口内像素灰度值偏差对滤波的意义,也就是缺少对窗口内最大值和最小值相对均值的偏差分析。为了改进不足,有研究者引入偏移函数 ξ_i ,带偏移函数 ξ_i 的指导滤波器 $W_{AGF_j}(G)$ 定义如下:

$$[0010] \quad W_{AGF_j}(G) = \frac{1}{|w|^2} \sum_{k:(i,j) \in w_k} \left(1 + \frac{((G_i + \xi_i) - \mu_k)(G_j - \mu_k)}{\sigma_k^2 + \varepsilon} \right). \quad (3)$$

[0011] 其中,偏移函数 ξ_i 的选择是:

$$[0012] \quad \xi_i = \begin{cases} MAX(w_k) - G_i & \Delta_i > 0 \\ MIN(w_k) - G_i & \Delta_i < 0 \\ 0 & \Delta_i = 0 \end{cases} \quad (4)$$

[0013] 式中,偏移量 $\Delta_i = G_i - \mu_k$ 。此方法的偏移函数 ξ_i 根据各核函数窗口内像素灰度值的最大值 $MAX(w_k)$ 和最小值 $MIN(w_k)$ 确定。当核函数窗口内第 i 个像素的灰度值 G_i 大于窗口内灰度均值 μ_k 时,偏移函数 ξ_i 取窗口内最大值 $MAX(w_k)$ 与该点灰度值的差;同理,当核函数窗口内第 i 个像素的灰度值 G_i 小于窗口内灰度均值 μ_k 时,偏移函数 ξ_i 取该核函数窗口内像素灰度值的最小值 $MIN(w_k)$ 与该点灰度值的差;当该核函数窗口内第 i 个像素的灰度值 G_i 等于该核函数窗口内像素灰度值的均值 μ_k 时,偏移函数 ξ_i 取零,该像素的灰度值不做任何处理。

[0014] 在指导滤波的核函数之中加入偏移函数,在边缘保持方面效果有所提高。但偏移函数 ξ_i 的选择相对片面,在选择偏移函数 ξ_i 之前,缺少对每一个核函数窗口内各像素灰度值的具体分析,未考虑到窗口内各像素灰度值之间的联系,造成滤波后图像边缘存在伪影。而且这种方法并没有考虑到指导滤波自身参数平滑因子的选择对滤波结果的影响,整幅图像的平滑因子 ϵ 只选用单一的固定值。

[0015] 当指导图像 G 的当前窗口方差较大时,说明图像在此窗口内变化较多,包含边缘信息或突出信息。此时窗口的方差将大于平滑因子 ϵ ,那么应选择一个较小的 ϵ ,这样经过核函数滤波之后,滤波图像将更接近指导图像的变化特征。当指导图像 G 的当前窗口的方差较小时,说明图像在此窗口内变化较小,相对平滑,此时窗口的方差将小于平滑因子 ϵ ,那么应选择一个较大的 ϵ ,使滤波后的图像保持原有指导图像的平滑特征。

[0016] 因此,平滑因子 ϵ 的选择不应是单一固定值,应考虑指导图像滤波窗口的方差。在上述方法中,都没有考虑选择不同的平滑因子来进一步对滤波窗口内的边缘和细节信息进行处理。

发明内容

[0017] 本发明要解决的技术问题是提供一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法。

[0018] 本发明采用下述技术方案:

[0019] 一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法,包括以下步骤:

[0020] 步骤1:选择输入图像 I 和指导图像 G ,设定滤波窗口的大小 $w = (2*r+1) * (2*r+1)$, r 为窗口半径, $|w|$ 代表窗口内像素点的个数;

[0021] 步骤2:分别以各像素为滤波窗口的中心像素,使用核函数滤波输入图像,包括以下具体步骤:

[0022] 步骤2-1:判断指导图像 G 的当前滤波窗口中各像素点的灰度值 $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 和中心像素点的灰度值 G_m 是否相似,如果不相似,将所述像素点的灰度值 G_i 置为0,否则所述像素点的灰度值 G_i 保持原值;

[0023] 步骤2-2:统计当前滤波窗口中和中心像素点的灰度值 G_m 不相似的像素点的个数;判断其是否超过预设阈值,如果是,设置偏移函数 ξ_i 为0;否则,设置偏移函数为:

$$[0024] \quad \xi_i = \begin{cases} MAX(w_k) - G_i & \Delta_i > 0 \\ MIN(w_k) - G_i & \Delta_i < 0 \\ 0 & \Delta_i = 0 \end{cases} \quad (1)$$

[0025] 其中偏移量 $\Delta_i = G_i - \mu_k$, $MIN(w_k)$ 、 $MAX(w_k)$ 、 μ_k 分别为指导图像G的当前滤波窗口内的最小像素灰度值、最大像素灰度值和像素灰度均值; $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 为指导图像G当前滤波窗口内的第i个像素的灰度值;

[0026] 步骤2-3: 确定平滑因子 ε , 逐一计算各滤波窗口中像素灰度值的方差并保存在方差矩阵Var;

[0027] 步骤2-4: 依次判断各滤波窗口的方差是否大于等于方差矩阵Var的均值, 如果是, 定义为大方差滤波窗口, 否则, 定义为小方差滤波窗口; 大方差滤波窗口内的平滑因子小于小方差滤波窗口内的平滑因子, 按如下公式选择:

$$[0028] \quad \varepsilon(i, j) = \begin{cases} |Var(i, j) - \mu_{var}| & Var(i, j) \geq \mu_{var} \\ |Var(i, j) - \mu_{var}| \times 2 & Var(i, j) < \mu_{var} \end{cases} \quad (2)$$

[0029] 其中i和j代表像素坐标, μ_{var} 代表方差矩阵Var的均值; $Var(i, j)$ 代表方差矩阵Var在(i, j)点的值;

[0030] 步骤2-5: 将平滑因子设置为核函数的参数, 使用核函数计算滤波后像素的灰度值, 输出滤波后的图像。

[0031] 所述步骤2-1中判断所述指导图像G在滤波窗口中各像素点 $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 和中心像素点 G_m 的灰度值是否相似的方法为判断所述像素点 G_i 的灰度值与中心像素点 G_m 的灰度值的差值的绝对值是否小于所述指导图像G在滤波窗口中像素灰度值标准差 σ_k 的 $1/3$ 。

[0032] 所述步骤2-3中, 大方差滤波窗口中的平滑因子和小方差滤波窗口中的平滑因子 ε 根据相似性判断后的方差矩阵Var自适应选择。

[0033] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:

[0034] 1、本发明综合考虑偏移函数 ξ_i 和平滑因子 ε 对滤波结果的影响, 在二者选择前加入灰度相似性判断, 实现了偏移函数 ξ_i 的全面选择, 并依据滤波窗口内的方差大小自动确定平滑因子 ε , 共同实现二者的自适应选择。

[0035] 2、本发明有区别地处理窗口内的局部边缘特征, 因此滤波后的图像在边缘和细节方面具有良好特性。

附图说明

[0036] 图1是本发明步骤流程图;

[0037] 图2是本发明实施例1滤波实验结果图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0039] 如图1所示, 一种基于参数选择的图像自适应指导滤波方法, 包括以下步骤:

[0040] 步骤1: 选择输入图像I和指导图像G, 设定滤波窗口的大小 $w = (2*r+1) * (2*r+1)$, r为窗口半径, $|w|$ 代表窗口内像素点的个数;

[0041] 步骤2:分别以各像素为滤波窗口的中心像素,使用核函数滤波输入图像,包括以下具体步骤:

[0042] 步骤2-1:判断指导图像G的当前滤波窗口中各像素点的灰度值 $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 和中心像素点的灰度值 G_m 是否相似,如果不相似,将所述像素点的灰度值 G_i 置为0,否则所述像素点的灰度值 G_i 保持原值;

[0043] 步骤2-2:统计当前滤波窗口中和中心像素点的灰度值 G_m 不相似的像素点的个数;判断其是否超过预设阈值,如果是,设置偏移函数 ξ_i 为0;否则,设置偏移函数为:

$$[0044] \quad \xi_i = \begin{cases} MAX(w_k) - G_i & \Delta_i > 0 \\ MIN(w_k) - G_i & \Delta_i < 0 \\ 0 & \Delta_i = 0 \end{cases} \quad (1)$$

[0045] 其中偏移量 $\Delta_i = G_i - \mu_k$, $MIN(w_k)$ 、 $MAX(w_k)$ 、 μ_k 分别为指导图像G的当前滤波窗口内的最小像素灰度值、最大像素灰度值和像素灰度均值; $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 为指导图像G当前滤波窗口内的第i个像素的灰度值;

[0046] 步骤2-3:确定平滑因子 ϵ ,逐一计算各滤波窗口中像素灰度值的方差并保存在方差矩阵Var;

[0047] 步骤2-4:依次判断各滤波窗口的方差是否大于等于方差矩阵Var的均值,如果是,定义为大方差滤波窗口,否则,定义为小方差滤波窗口;大方差滤波窗口内的平滑因子小于小方差滤波窗口内的平滑因子,按如下公式选择:

$$[0048] \quad \epsilon(i, j) = \begin{cases} |Var(i, j) - \mu_{var}| & Var(i, j) \geq \mu_{var} \\ |Var(i, j) - \mu_{var}| \times 2 & Var(i, j) < \mu_{var} \end{cases} \quad (2)$$

[0049] 其中i和j代表像素坐标, μ_{var} 代表方差矩阵Var的均值; $Var(i, j)$ 代表方差矩阵Var在(i, j)点的值;

[0050] 步骤2-5:将平滑因子设置为核函数的参数,使用核函数计算滤波后像素的灰度值,输出滤波后的图像。

[0051] 所述步骤2-1中判断所述指导图像G在滤波窗口中各像素点 $G_i, 1 \leq i \leq |w|$ 和中心像素点 G_m 的灰度值是否相似的方法为判断所述像素点 G_i 的灰度值与中心像素点 G_m 的灰度值的差值的绝对值是否小于所述指导图像G在滤波窗口中像素灰度值标准差 σ_k 的1/3。

[0052] 所述步骤2-3中,大方差滤波窗口中的平滑因子和小方差滤波窗口中的平滑因子 ϵ 根据相似性判断后的方差矩阵Var自适应选择。

[0053] 在本实施例中,输入图像如图2(a)所示,指导图像选取与输入图像相同的图像;图2(b)是经典指导滤波输出结果图像,滤波窗口的大小为 5×5 ,平滑因子选择 $\epsilon = 0.1^2$;图2(c)是改进的指导滤波输出结果图像,窗口大小窗口的大小为 5×5 ,平滑因子选择 $\epsilon = 0.1^2$;图2(d)是本发明的方法实验结果,窗口的大小为 5×5 ,偏移函数 ξ 和平滑因子 ϵ 按本发明的方法自适应选择。从图2(d)可以看出,小猫图像经过本发明的方法,输出的结果图中,小猫的耳朵和胡须的边缘保持清晰,相对于图2(b)和(c),边缘保持的更好。同时,在整个眼睛的上方,由于猫毛较多,(b)(c)图像出现不同程度的平滑,本发明的方法则增强了这些毛的细节,猫耳下边的细节增强明显。

[0054] 从实验结果可以看出,本发明的方法比原始的指导滤波和文献中已有的方法在边

缘保持和细节增强方面有很大的提高。

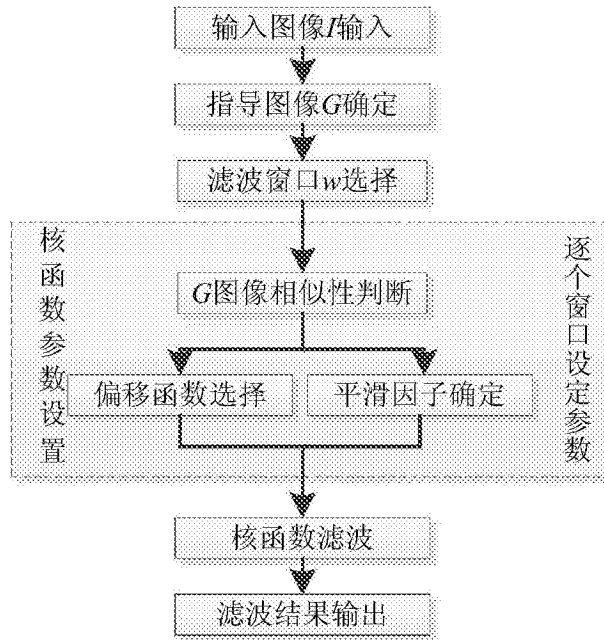


图1

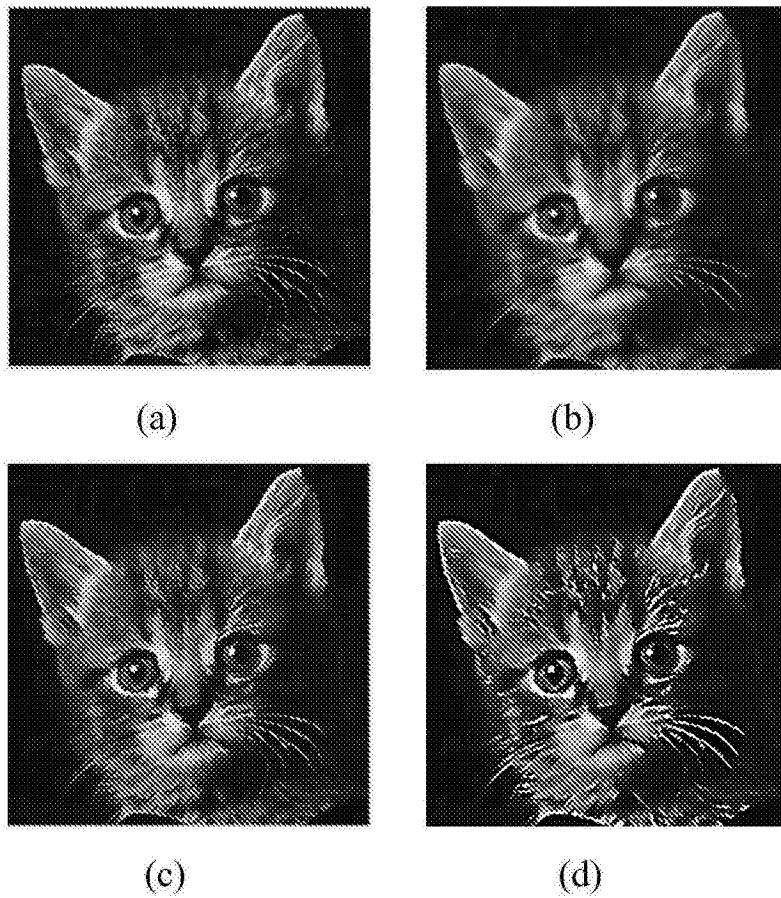


图2