



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106960414 B

(45)授权公告日 2020.01.03

(21)申请号 201611139687.2

(22)申请日 2016.12.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106960414 A

(43)申请公布日 2017.07.18

(73)专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 陈小楠 张淑芳 雷志春

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 李素兰

(51)Int.Cl.

G06T 3/40(2006.01)

G06T 5/00(2006.01)

G06T 5/40(2006.01)

(56)对比文件

CN 101963751 A,2011.02.02,

孙婧.高动态范围(HDR)技术综述.《信息技术》.2016,(第5期),

T. Mertens等.Exposure Fusion: A Simple and Practical Alternative to High Dynamic Range Photography.《Computer Graphics Forum》.2008,第28卷(第1期),

朱恩弘.单幅图像的高动态范围图像生成方法.《计算机辅助设计与图形学学报》.2016,第28卷(第10期),

审查员 张颖

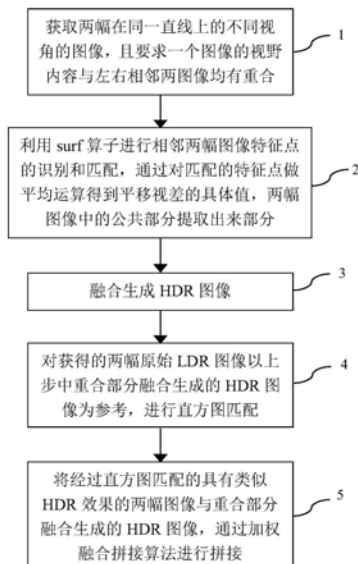
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种多视角LDR图像生成高分辨率HDR图像的方法

(57)摘要

本发明公开了一种多视角LDR图像生成高分辨率HDR图像的方法,步骤(1)、获取两幅在同一直线上的不同视角的图像,且要求一个图像的视野内容与左右相邻两图像均有重合部分;步骤(2)、进行相邻两幅图像特征点的识别和匹配,将两幅图像中的公共部分提取出来;步骤(3)、对相邻两幅图像具有长短不同曝光的重合部分以对比度、饱和度和适度曝光量为三个测度因子生成权重图,进行多分辨率金字塔融合,生成具有HDR效果的图像;步骤(4)、获得具有类似HDR效果的两幅图像;步骤(5)、将具有类似HDR效果的两幅图像与重合部分融合生成的HDR图像,生成高分辨率HDR图像。本发明将融合与拼接过程结合,提高了多幅拼接的实时性以及视频系统中的帧率与视觉效果。



1. 一种多视角LDR图像生成高分辨率HDR图像的方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤(1)、获取两幅在同一直线上的不同视角的图像,且相邻两个相机设置为不同的曝光时间,共有长短两种曝光时间,在相邻相机中交替,且要求一个图像的视野内容与左右相邻两图像均有重合部分;

步骤(2)、利用surf算子进行相邻两幅图像特征点的识别和匹配,通过对匹配的特征点做平均运算得到平移视差的具体值,从而将两幅图像中的公共部分提取出来;具体做法为:首先利用Hessian矩阵求出各像素点的特征值,Hessian矩阵为

$$H(x, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x, \sigma) & L_{xy}(x, \sigma) \\ L_{xy}(x, \sigma) & L_{yy}(x, \sigma) \end{bmatrix}$$

其中, $L_{xx}(x, \sigma)$ 是原图像I经高斯滤波后得到的图像 $g(\sigma)$ 在x方向的二阶导数, $L_{xy}(x, \sigma)$ 、 $L_{yy}(x, \sigma)$ 也都是在各方向上 $g(\sigma)$ 的二阶导数;

计算特征值的公式为

$$\det(H_{\text{approx}}) = D_{xx}D_{yy} - (0.9D_{xy})^2$$

其中, D_{xx} 、 D_{yy} 、 D_{xy} 分别为海塞矩阵近似模板在相应方向上的二阶导数;

若某点的特征值是其领域27个点中最大的,则可认为该点为特征点;

获取特征点的特征向量,首先计算特征点的主方向,具体过程如下:

1) 统计以特征点为中心,正比于特征点尺度的某个数位半径,张角为 60° 的扇形区域内所有像素点的 $\text{sumX} = (\text{y方向小波变换响应}) * (\text{高斯函数})$, $\text{sumY} = (\text{x方向小波变换响应}) * (\text{高斯函数})$,计算合成向量角度 $\theta = \arctan(\text{sumY}/\text{sumX})$,模长 $\text{sqrt}(\text{sumy} * \text{sumy} + \text{sumx} * \text{sumx})$;

2) 将扇形沿逆时针旋转,以同样方法计算合成向量;3) 求出各方向扇形的合成向量模长最大值,其对应的角度即特征点主方向,获得特征向量具体过程如下:

31) 选定以特征点为中心的一块正方形区域,将其旋转与主方向对齐;

32) 将正方形分为 4×4 的16个子区域,对每个区域进行小波变换,得到4个系数;

33) 由上述两步,生成 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 维向量;

计算两向量内积,最大值为与该点最匹配的点,设定一具体阈值,只有当最大值大于这个阈值可认为两特征点匹配;

步骤(3)、融合生成HDR图像:对相邻两幅图像具有长短不同曝光的重合部分以对比度、饱和度和适度曝光量为三个测度因子生成权重图,进行多分辨率金字塔融合,生成具有HDR效果的图像;融合的具体公式如下:

$$R_{ij} = \sum_{k=1}^N \hat{W}_{ij,k} I_{ij,k}$$

$$\hat{W}_{ij,k} = \left(\sum_k W_{ij,k} \right)^{-1} W_{ij,k}$$

其中, R_{ij} 为融合生成的结果图像在 (i, j) 位置处的像素值, $L_{yy}(x, \sigma)$ 为第k幅输入图像对应位置像素值, $\hat{W}_{ij,k}$ 为归一化后的权重值;

对比度计算公式为:

$$C = |h * I|$$

$$h = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

其中,C表示对比度,I为待求对比度的图像,h为拉普拉斯滤波器;饱和度通过计算三个色度通道的标准差获得,具体计算公式如下:

$$S = \sqrt{\frac{(I_R - \mu)^2 + (I_G - \mu)^2 + (I_B - \mu)^2}{3}}$$

$$\mu = \frac{1}{3}(I_R + I_G + I_B)$$

其中,S表示饱和度, I_R 、 I_G 、 I_B 分别为R、G、B三个色彩通道的像素值, μ 为其三者的均值;适度曝光量通过高斯曲线来估计,具体计算公式为:

$$E = E_R \times E_G \times E_B$$

$$E_R = \exp\left[-\frac{(I_R - 0.5)^2}{2\sigma^2}\right]$$

$$E_G = \exp\left[-\frac{(I_G - 0.5)^2}{2\sigma^2}\right]$$

$$E_B = \exp\left[-\frac{(I_B - 0.5)^2}{2\sigma^2}\right]$$

其中,E为图像总体的适度曝光量, E_R 、 E_G 、 E_B 分别为每一通道的适度曝光量,这里规定 $\sigma = 0.2$;

权重图计算公式为:

$$W_{ij,k} = (C_{ij,k})^{w_C} \times (S_{ij,k})^{w_S} \times (E_{ij,k})^{w_E}$$

$$w_C = w_S = w_E = 1$$

其中, $C_{ij,k}$ 、 $S_{ij,k}$ 、 $E_{ij,k}$ 分别为在第k幅图像中(i,j)位置处像素点的对比度、饱和度和适度曝光量;通过对三个测度因子相乘得到最终的权重值, w_C 、 w_S 、 w_E 用来表示三个测度因子在生成权重图中的“影响”大小;

步骤(4)、求出参考图像即步骤(3)中融合生成的HDR图像每个颜色通道的直方图,以重合部分融合生成的HDR图像为参考,对获得的两幅原始LDR图像,进行直方图匹配,通过映射调整原图像像素值大小以使得调整后图像的直方图与参考图像的直方图近似相等,以使图像中没有重合的部分获得与HDR图像相似的色调,即获得具有类似HDR效果的两幅图像;

步骤(5)、将经过直方图匹配的具有类似HDR效果的两幅图像与重合部分融合生成的HDR图像,对于图像重合区域中像素点的每个通道的色度值Pixel由两幅图像中对应点的灰度值Pixel_L和Pixel_R加权平均得到,即:

$$\text{Pixel} = k \times \text{Pixel}_L + (1-k) \times \text{Pixel}_R$$

其中, $k=h/R$, 用来表示当前像素点与重合区域左边界距离 h 占重合区域总宽度 R 的比例; k 值越大, 说明左侧图像的像素值在融合中占有越大的比重; 即在重叠区域中, 沿左侧图像向右侧图像的方向, k 由 1 渐变为 0, 从而实现重叠区域的平滑拼接; 通过加权融合拼接算法进行拼接, 并且在相邻处平滑过渡, 从而生成高分辨率 HDR 图像。

一种多视角LDR图像生成高分辨率HDR图像的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理领域,特别是涉及一种生成高分辨率HDR图像的方法。

背景技术

[0002] HDR图像的生成算法以及全景图像的拼接方法都是很早以前就有相关的研究,其中一些比较经典的算法已经发展的比较成熟。而将两者结合起来的HDR全景图像或视频的生成方法研究却是最近几年刚刚兴起的,主要是因为其符合社会发展的潮流,有很多应用的价值和前景。HDR全景图像的生成方法涉及多个环节,其中主要有包括图像获取、图像融合、图像拼接几个大类,每一部分均可考虑到不同的情况由不同的方法加以实现,此外,虽然每个部分看似相对独立,但是对于各部分的整合方法即整体设计也是研究人员们所重点关注的一部分内容。

[0003] 高分辨率HDR及全景HDR图像生成已经成为关注的焦点,众多学者和机构就此展开了研究。比如,Fumio Okura等人将HDR全景应用于空中航拍,介绍了一套从空中获得HDR全景图像的完整系统,通过在无人机上下各固定一个立体相机,然后每个相机通过自动曝光控制获得LDR图像序列,再通过具体的融合算法得到HDR图像,最后将上下两个相机获得的HDR图像进行融合,得到最后的HDR全景图像。

[0004] VladanPopovic等人设计了一个基于FPGA的图像处理系统,可以利用其所设计的环形图像采集设备实现实时地HDR全景帧的融合。每相邻两个摄像头一个曝光时间长,一个曝光时间短,利用其相邻图像的重合部分进行图像融合,最终生成一个全景的HDR图像帧,其所设计的系统方法对硬件的依赖性较高,不便于直接对图像进行处理。

[0005] HåkonKvale Stensland等人通过不同角度的五个相机实现对足球场比赛现场的全面覆盖,通过拼接形成对整个足球场的全景影像,并且在每个角度,通过自动曝光获得长短曝光不同的两帧,对其融合生成HDR,再对各角度的HDR图像进行拼接形成最后的HDR全景图像帧。

[0006] 根本来讲,目前的方法大都是先在不同视角获得曝光时间不同的几帧低动态范围(LDR)图像,将其分别融合生成不同视角下的HDR图像,然后再对这些不同视角下的HDR图像进行拼接(如图一所示),这种方法在获得图像上的时间成本比较长,而且将融合和拼接分步骤进行较为繁琐。

发明内容

[0007] 基于现有技术,本发明提出了一种多视角LDR图像生成高分辨率HDR图像的方法,通过利用所获得不同视角LDR图像的重合部分,将融合与拼接结合进行,提出一种基于直方图匹配的高分辨率HDR图像生成方法。

[0008] 本发明提出了一种多视角LDR图像生成高分辨率HDR图像的方法,该方法包括以下步骤:

[0009] 步骤(1)、获取两幅在同一直线上的不同视角的图像,且相邻两个相机设置为不同

的曝光时间,共有长短两种曝光时间,在相邻相机中交替,且要求一个图像的视野内容与左右相邻两图像均有重合部分;

[0010] 步骤(2)、利用surf算子进行相邻两幅图像特征点的识别和匹配,通过对匹配的特征点做平均运算得到平移视差的具体值,从而将两幅图像中的公共部分提取出来;具体做法为:首先利用Hessian矩阵求出各像素点的特征值,Hessian矩阵为

$$[0011] \quad H(x, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x, \sigma) & L_{xy}(x, \sigma) \\ L_{xy}(x, \sigma) & L_{yy}(x, \sigma) \end{bmatrix}$$

[0012] 其中, $L_{xx}(x, \sigma)$ 是原图像I经高斯滤波后得到的图像 $g(\sigma)$ 在x方向的二阶导数, $L_{xy}(x, \sigma)$ 、 $L_{yy}(x, \sigma)$ 也都是在各方向上 $g(\sigma)$ 的二阶导数。

[0013] 计算特征值的公式为

$$[0014] \quad \det(H_{\text{approx}}) = D_{xx}D_{yy} - (0.9D_{xy})^2$$

[0015] 其中, D_{xx} 、 D_{yy} 、 D_{xy} 分别为海塞矩阵近似模板在相应方向上的二阶导数。

[0016] 若某点的特征值是其领域27个点中最大的,则可认为该点为特征点。如附图5所示为提取的图像中的部分特征点;

[0017] 获取特征点的特征向量,首先计算特征点的主方向,具体过程如下:

[0018] 1) 统计以特征点为中心,正比于特征点尺度的某个数位半径,张角为 60° 的扇形区域内所有像素点的 $\text{sumX} = (\text{y方向小波变换响应}) * (\text{高斯函数})$, $\text{sumY} = (\text{x方向小波变换响应}) * (\text{高斯函数})$, 计算合成向量角度 $\theta = \arctan(\text{sumY}/\text{sumX})$, 模长 $\sqrt{\text{sumy} * \text{sumy} + \text{sumx} * \text{sumx}}$ 。

[0019] 2) 将扇形沿逆时针旋转,以同样方法计算合成向量。

[0020] 3) 求出各方向扇形的合成向量模长最大值,其对应的角度即特征点主方向。

[0021] 获得特征向量具体过程如下:

[0022] 1) 选定以特征点为中心的一块正方形区域,将其旋转与主方向对齐。

[0023] 2) 将正方形分为 4×4 的16个子区域,对每个区域进行小波变换,得到4个系数。

[0024] 3) 由上述两步,生成 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 维向量。

[0025] 计算两向量内积,最大值为与该点最匹配的点,设定一具体阈值,只有当最大值大于这个阈值可认为两特征点匹配。

[0026] 步骤(3)、融合生成HDR图像:对相邻两幅图像具有长短不同曝光的重合部分以对比度、饱和度和适度曝光量为三个测度因子生成权重图,进行多分辨率金字塔融合,生成具有HDR效果的图像;融合的具体公式如下:

$$[0027] \quad R_{ij} = \sum_{k=1}^N \hat{W}_{ij,k} I_{ij,k}$$

$$[0028] \quad \hat{W}_{ij,k} = \left(\sum_{k'} W_{ij,k'} \right)^{-1} W_{ij,k}$$

[0029] 其中 R_{ij} 为融合生成的结果图像在 (i, j) 位置处的像素值, $L_{yy}(x, \sigma)$ 为第k幅输入图像对应位置像素值, $\hat{W}_{ij,k}$ 为归一化后的权重值。

[0030] 对比度计算公式为:

$$[0031] \quad C = |h * I|$$

$$[0032] \quad h = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

[0033] 其中,C表示对比度,I为待求对比度的图像,h为拉普拉斯滤波器。

[0034] 饱和度通过计算三个色度通道的标准差获得,具体计算公式如下:

$$[0035] \quad S = \sqrt{\frac{(I_R - \mu)^2 + (I_G - \mu)^2 + (I_B - \mu)^2}{3}}$$

$$[0036] \quad \mu = \frac{1}{3}(I_R + I_G + I_B)$$

[0037] 其中,S表示饱和度, I_R 、 I_G 、 I_B 分别为R、G、B三个色彩通道的像素值, μ 为其三者的均值。

[0038] 适度曝光量通过高斯曲线来估计,具体计算公式为:

$$[0039] \quad E = E_R \times E_G \times E_B$$

$$[0040] \quad E_R = \exp\left[-\frac{(I_R - 0.5)^2}{2\sigma^2}\right]$$

$$[0041] \quad E_G = \exp\left[-\frac{(I_G - 0.5)^2}{2\sigma^2}\right]$$

$$[0042] \quad E_B = \exp\left[-\frac{(I_B - 0.5)^2}{2\sigma^2}\right]$$

[0043] 其中E为图像总体的适度曝光量, E_R 、 E_G 、 E_B 分别为每一通道的适度曝光量,这里我们规定 $\sigma = 0.2$ 。

[0044] 权重图计算公式为:

$$[0045] \quad W_{ij,k} = (C_{ij,k})^{w_C} \times (S_{ij,k})^{w_S} \times (E_{ij,k})^{w_E}$$

$$[0046] \quad w_C = w_S = w_E = 1$$

[0047] 其中, $C_{ij,k}$ 、 $S_{ij,k}$ 、 $E_{ij,k}$ 分别为在第k幅图像中(i,j)位置处像素点的对比度、饱和度和适度曝光量。通过对三个测度因子相乘得到最终的权重值。 w_C 、 w_S 、 w_E 用来表示三个测度因子在生成权重图中的“影响”大小。

[0048] 步骤(4)、求出参考图像即步骤(3)中融合生成的HDR图像每个颜色通道的直方图,以重合部分融合生成的HDR图像为参考,对获得的两幅原始LDR图像,进行直方图匹配,通过映射调整原图像像素值大小以使得调整后图像的直方图与参考图像的直方图近似相等,以使图像中没有重合的部分获得与HDR图像相似的色调,即获得具有类似HDR效果的两幅图像;

[0049] 步骤(5)、将经过直方图匹配的具有类似HDR效果的两幅图像与重合部分融合生成的HDR图像,对于图像重合区域中像素点的每个通道的色度值Pixel由两幅图像中对应点的灰度值Pixel_L和Pixel_R加权平均得到,即:

[0050] $\text{Pixel} = k \times \text{Pixel}_L + (1-k) \times \text{Pixel}_R$

[0051] 其中, $k = h/R$, 用来表示当前像素点与重合区域左边界的距离 h 占重合区域总宽度 R 的比例; k 值越大, 说明左侧图像的像素值在融合中占有越大的比重。即在重叠区域中, 沿左侧图像向右侧图像的方向, k 由 1 渐变为 0, 从而实现重叠区域的平滑拼接; 通过加权融合拼接算法进行拼接, 并且在相邻处平滑过渡, 从而生成高分辨率 HDR 图像。

[0052] 与现有技术相比, 本发明有效地利用了不同视角图像的重合部分, 巧妙地将融合与拼接过程结合, 减少了获得一幅高分辨率 HDR 图像所需的图像帧数; 提高了效率, 降低了算法复杂度; 提高了多幅拼接的实时性以及在 HDR 视频系统中的帧率与提高图像画面质量的视觉效果。

附图说明

[0053] 图1为常用的生成HDR高分辨率图像的示意图;

[0054] 图2为本发明的获取图像过程示意图;

[0055] 图3为本发明的一种多视角LDR图像生成高分辨率HDR图像的方法的整体流程示意图;

[0056] 图4为获取的原始图像;

[0057] 图5为通过surf算子进行特征点识别和匹配在图像中的结果;

[0058] 图6为由两幅图像中的重合部分融合生成的HDR图像;

[0059] 图7为将最初LDR图像参照上图融合结果做直方图匹配, 得到与生成HDR图像相似色调的图像;

[0060] 图8为将几幅图像通过加权融合的方式拼接在一起得到最后生成的高分辨率HDR图像。

具体实施方式

[0061] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0062] 步骤(1)、获取两幅在同一直线上的不同视角的图像, 且相邻两个相机设置为不同的曝光时间, 共有长短两种曝光时间, 在相邻相机中交替, 且要求一个图像的视野内容与左右相邻两图像均有重合部分;

[0063] 步骤(2)、利用surf算子进行相邻两幅图像特征点的识别和匹配, 通过对匹配的特征点做平均运算得到平移视差的具体值, 从而将两幅图像中的公共部分提取出来; 具体做法为: 首先利用Hessian矩阵求出各像素点的特征值, Hessian矩阵为

$$[0064] \quad H(x, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x, \sigma) & L_{xy}(x, \sigma) \\ L_{xy}(x, \sigma) & L_{yy}(x, \sigma) \end{bmatrix}$$

[0065] 其中, $L_{xx}(x, \sigma)$ 是原图像 I 经高斯滤波后得到的图像 $g(\sigma)$ 在 x 方向的二阶导数, $L_{xy}(x, \sigma)$ 、 $L_{yy}(x, \sigma)$ 也都是在各方向上 $g(\sigma)$ 的二阶导数。

[0066] 计算特征值的公式为

$$[0067] \quad \det(H_{\text{approx}}) = D_{xx}D_{yy} - (0.9D_{xy})^2$$

[0068] 其中, D_{xx} 、 D_{yy} 、 D_{xy} 分别为海塞矩阵近似模板在相应方向上的二阶导数。

[0069] 若某点的特征值是其领域 27 个点中最大的, 则可认为该点为特征点。如附图 5 所示

为提取的图像中的部分特征点；

[0070] 获取特征点的特征向量,首先计算特征点的主方向,具体过程如下:

[0071] 1) 统计以特征点为中心,正比于特征点尺度的某个数位半径,张角为 60° 的扇形区域内所有像素点的 $\text{sumX} = (\text{y方向小波变换响应}) * (\text{高斯函数})$, $\text{sumY} = (\text{x方向小波变换响应}) * (\text{高斯函数})$,计算合成向量角度 $\theta = \arctan(\text{sumY}/\text{sumX})$,模长 $\text{sqrt}(\text{sumy} * \text{sumy} + \text{sumx} * \text{sumx})$ 。

[0072] 2) 将扇形沿逆时针旋转(一般取步长为0.1个弧度),以同样方法计算合成向量。

[0073] 3) 求出各方向扇形的合成向量模长最大值,其对应的角度即特征点主方向。

[0074] 获得特征向量具体过程如下:

[0075] 1) 选定以特征点为中心的一块正方形区域,将其旋转与主方向对齐。

[0076] 2) 将正方形分为 4×4 的16个子区域,对每个区域进行小波变换,得到4个系数。

[0077] 3) 由上述两步,生成 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 维向量。

[0078] 计算两向量内积,最大值为与该点最匹配的点,设定一具体阈值,只有当最大值大于这个阈值可认为两特征点匹配。

[0079] 步骤(3)、融合生成HDR图像:对相邻两幅图像具有长短不同曝光的重合部分以对比度、饱和度和适度曝光量为三个测度因子生成权重图,进行多分辨率金字塔融合,生成具有HDR效果的图像;融合的具体公式如下:

$$[0080] \quad R_{ij} = \sum_{k=1}^N \hat{W}_{ij,k} I_{ij,k}$$

$$[0081] \quad \hat{W}_{ij,k} = \left(\sum_{k'} W_{ij,k'} \right)^{-1} W_{ij,k}$$

[0082] 其中, R_{ij} 为融合生成的结果图像在 (i, j) 位置处的像素值, $L_{yy}(x, \sigma)$ 为第 k 幅输入图像对应位置像素值, $\hat{W}_{ij,k}$ 为归一化后的权重值。

[0083] 对比度计算公式为:

$$[0084] \quad C = |h * I|$$

$$[0085] \quad h = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

[0086] 其中, C 表示对比度, I 为待求对比度的图像, h 为拉普拉斯滤波器。

[0087] 饱和度通过计算三个色度通道的标准差获得,具体计算公式如下:

$$[0088] \quad S = \sqrt{\frac{(I_R - \mu)^2 + (I_G - \mu)^2 + (I_B - \mu)^2}{3}}$$

$$[0089] \quad \mu = \frac{1}{3}(I_R + I_G + I_B)$$

[0090] 其中, S 表示饱和度, I_R 、 I_G 、 I_B 分别为R、G、B三个色彩通道的像素值, μ 为其三者的均值。

[0091] 适度曝光量通过高斯曲线来估计,具体计算公式为:

$$[0092] \quad E = E_R \times E_G \times E_B$$

$$[0093] \quad E_R = \exp \left[-\frac{(I_R - 0.5)^2}{2\sigma^2} \right]$$

$$[0094] \quad E_G = \exp \left[-\frac{(I_G - 0.5)^2}{2\sigma^2} \right]$$

$$[0095] \quad E_B = \exp \left[-\frac{(I_B - 0.5)^2}{2\sigma^2} \right]$$

[0096] 其中, E为图像总体的适度曝光量, E_R 、 E_G 、 E_B 分别为每一通道的适度曝光量, 这里我们规定 $\sigma=0.2$ 。

[0097] 权重图计算公式为:

$$[0098] \quad W_{ij,k} = (C_{ij,k})^{w_C} \times (S_{ij,k})^{w_S} \times (E_{ij,k})^{w_E}$$

$$[0099] \quad w_C = w_S = w_E = 1$$

[0100] 其中, $C_{ij,k}$ 、 $S_{ij,k}$ 、 $E_{ij,k}$ 分别为在第k幅图像中(i, j)位置处像素点的对比度、饱和度和适度曝光量。通过对三个测度因子相乘得到最终的权重值。 w_C 、 w_S 、 w_E 用来表示三个测度因子在生成权重图中的“影响”大小。

[0101] 步骤(4)、求出参考图像即步骤(3)中融合生成的HDR图像每个颜色通道的直方图, 以重合部分融合生成的HDR图像为参考, 对获得的两幅原始LDR图像, 进行直方图匹配, 通过映射调整原图像像素值大小以使得调整后图像的直方图与参考图像的直方图近似相等, 以使图像中没有重合的部分获得与HDR图像相似的色调, 即获得具有类似HDR效果的两幅图像;

[0102] 步骤(5)、将经过直方图匹配的具有类似HDR效果的两幅图像与重合部分融合生成的HDR图像, 对于图像重合区域中像素点的每个通道的色度值Pixel由两幅图像中对应点的灰度值Pixel_L和Pixel_R加权平均得到, 即:

$$[0103] \quad \text{Pixel} = k \times \text{Pixel}_L + (1-k) \times \text{Pixel}_R$$

[0104] 其中, $k=h/R$, 用来表示当前像素点与重合区域左边界的距离h占重合区域总宽度R的比例; k值越大, 说明左侧图像的像素值在融合中占有越大的比重。即在重叠区域中, 沿左侧图像向右侧图像的方向, k由1渐变为0, 从而实现重叠区域的平滑拼接; 通过加权融合拼接算法进行拼接, 并且在相邻处平滑过渡, 从而生成高分辨率HDR图像。

[0105] 本发明的具体实施例如图4-8所示, 将原多曝光LDR图像每个色度通道生成拉普拉斯金字塔, 则具有了原图像多分辨率的信息; 然后根据对比度、饱和度、适度曝光量为指标计算原图像的权重图, 以此, 也就是通过此像素所含信息的多少来衡量其所在融合后的图像中所占的比例; 将不同曝光图像的权重图归一化, 即同一像素不同图像的权重和为1; 再将得到的权重图生成高斯金字塔; 最后将同一幅图像的拉普拉斯金字塔与它们权重图生成的高斯金字塔对应相乘, 在将不同图像得到的金字塔相加得到融合后的拉普拉斯金字塔, 将此拉普拉斯金字塔复原即可得到最后融合生成的HDR图像。

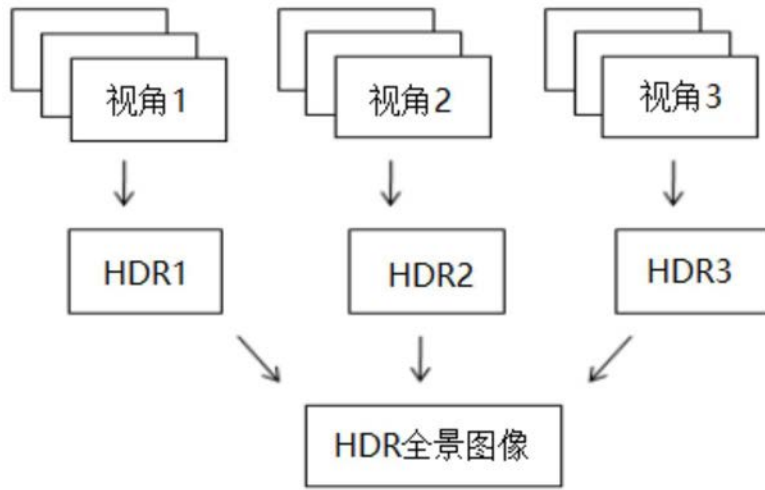


图1

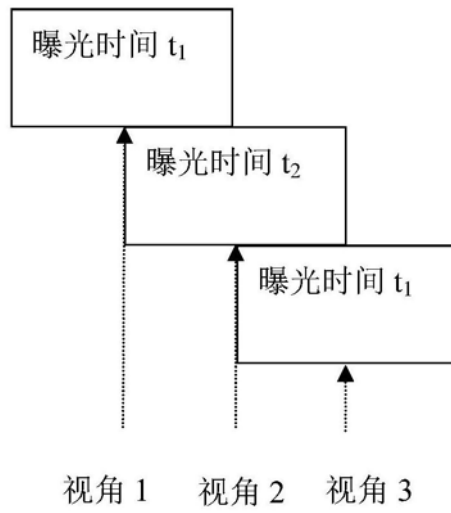


图2

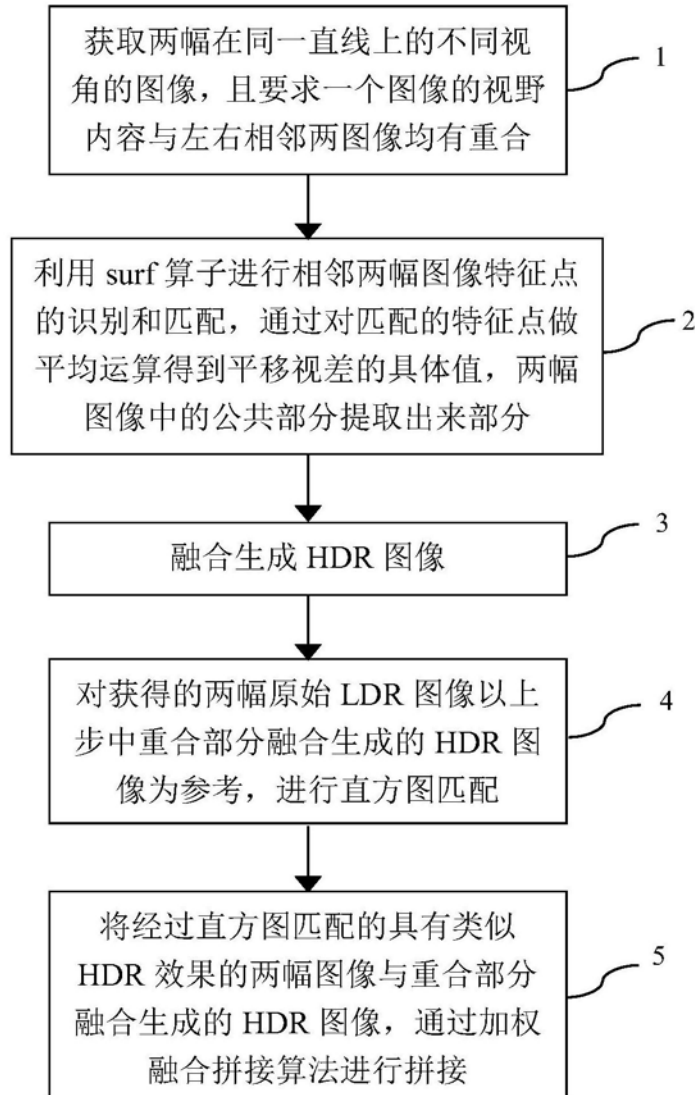


图3



图4

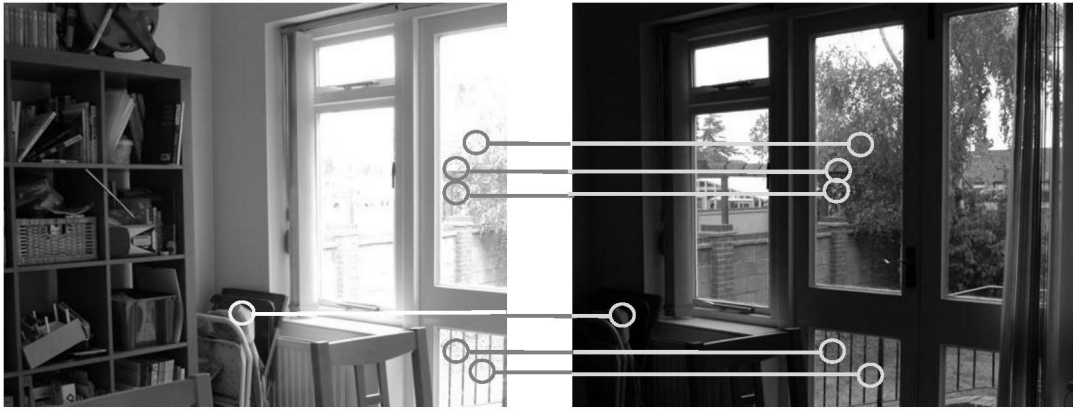


图5



图6



图7



图8