



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101783872 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 26

(21) 申请号 200910140262. 7

acoustic society of america》.1989, 全文.

(22) 申请日 2009. 07. 13

审查员 夏鹏

(30) 优先权数据

10-2009-0004512 2009. 01. 20 KR

(73) 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市

(72) 发明人 黄圭荣 李皓荣 朴斗植

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 韩明星 刘奕晴

(51) Int. Cl.

H04N 5/208 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008158427 A1, 2008. 07. 03,

CN 101102399 A, 2008. 01. 09,

EP 1018705 A2, 2000. 07. 12,

CN 101105863 A, 2008. 01. 16,

CN 101197910 A, 2008. 06. 11,

mahesh k. parametric generalized

gaussian density estimation.《journal fo the

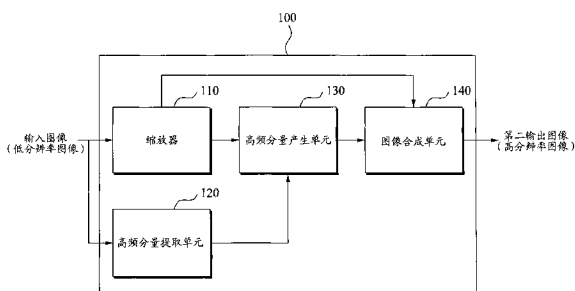
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

获得高分辨率图像的设备和方法

(57) 摘要

提供了一种获得高分辨率图像的设备和方法。获得高分辨率图像的设备可使用输入图像的高频分量产生输出图像的高频分量,合成输入图像和产生的输出图像的高频分量,从而可获得清晰度增强的高分辨率图像。



1. 一种获得高分辨率图像的设备,所述设备包括:  
缩放器,缩放输入图像并产生第一输出图像;  
高频分量提取单元,从输入图像提取第一输出图像的第一高频分量;  
高频分量产生单元,基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;以及  
图像合成单元,将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像,  
其中,高频分量产生单元基于第一高频分量估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例,并基于所述比例产生第二高频分量,  
其中,高频分量产生单元基于梯度分布的方差值产生具有第一方差值的第一高斯分布,基于所述第一方差值产生具有第二方差值的第二高斯分布,并基于第一高斯分布和第二高斯分布估计所述比例,所述梯度分布的方差值从第一输出图像的边缘被提取。
2. 如权利要求 1 所述的设备,其中,高频分量提取单元缩放输入图像的高频分量以提取第一高频分量。
3. 如权利要求 1 所述的设备,其中,高频分量产生单元将第一高频分量与所述比例相乘以产生第二高频分量。
4. 如权利要求 1 所述的设备,其中,第一高频分量包括第一拉普拉斯信号,第二高频分量包括第二拉普拉斯信号。
5. 如权利要求 1 所述的设备,其中,所述比例是第一高斯分布的导数和第二高斯分布的导数之间的比例。
6. 如权利要求 1 所述的设备,其中,所述第二方差值小于所述第一方差值。
7. 如权利要求 1 所述的设备,其中,高频分量产生单元基于第一输出图像的梯度图和第一输出图像的边缘图检测所述梯度分布。
8. 如权利要求 1 所述的设备,其中,第一高斯分布和第二高斯分布中的每一个是广义高斯分布 GGD。
9. 一种获得高分辨率图像的设备,所述设备包括:  
缩放器,缩放输入图像并产生第一输出图像;  
高频分量产生单元,从第一输出图像提取第一高频分量,并基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;以及  
图像合成单元,将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像,  
其中,高频分量产生单元基于第一高频分量估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例,并基于所述比例产生第二高频分量,  
其中,高频分量产生单元基于梯度分布的方差值产生具有第一方差值的第一高斯分布,基于所述第一方差值产生具有第二方差值的第二高斯分布,并基于第一高斯分布和第二高斯分布估计所述比例,所述梯度分布的方差值从第一输出图像的边缘被提取。
10. 如权利要求 9 所述的设备,其中,高频分量产生单元将第一高频分量与所述比例相乘以产生第二高频分量。
11. 如权利要求 9 所述的设备,其中,第一高频分量包括第一拉普拉斯信号,第二高频分量包括第二拉普拉斯信号。
12. 如权利要求 9 所述的设备,其中,所述比例是第一高斯分布的导数和第二高斯分布的导数之间的比例。

13. 如权利要求 9 所述的设备,其中,所述第二方差值小于所述第一方差值。
14. 如权利要求 9 所述的设备,其中,高频分量产生单元基于第一输出图像的梯度图和第一输出图像的边缘图检测所述梯度分布。
15. 如权利要求 9 所述的设备,其中,第一高斯分布和第二高斯分布中的每一个是广义高斯分布 GGD。
16. 一种获得高分辨率图像的方法,所述方法包括:  
缩放输入图像并产生第一输出图像;  
从输入图像提取第一输出图像的第一高频分量;  
基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;以及  
将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像,  
其中,使用至少一个处理器执行上述方法,  
其中,所述产生第二高频分量的步骤包括:基于第一高频分量估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例,其中,基于所述比例产生第二高频分量,  
其中,所述估计步骤包括:基于梯度分布的方差值产生具有第一方差值的第一高斯分布,所述梯度分布的方差值从第一输出图像的边缘被提取;以及基于所述第一方差值产生具有第二方差值的第二高斯分布,其中,基于第一高斯分布和第二高斯分布估计所述比例。
17. 如权利要求 16 所述的方法,其中,所述提取步骤缩放输入图像的高频分量以提取第一高频分量。
18. 如权利要求 16 所述的方法,其中,所述比例是第一高斯分布的导数和第二高斯分布的导数之间的比例。
19. 如权利要求 16 所述的方法,其中,所述第二方差值小于所述第一方差值。
20. 如权利要求 16 所述的方法,其中,第一高斯分布和第二高斯分布中的每一个是广义高斯分布 GGD。
21. 一种获得高分辨率图像的方法,所述方法包括:  
缩放输入图像并产生第一输出图像;  
从第一输出图像提取第一高频分量,并基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;以及  
将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像,  
其中,使用至少一个处理器执行上述方法,其中,所述产生第二高频分量的步骤包括:  
基于第一高频分量估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例,其中,基于所述比例产生第二高频分量,  
所述估计步骤包括:基于梯度分布的方差值产生具有第一方差值的第一高斯分布,所述梯度分布的方差值从第一输出图像的边缘被提取;以及基于所述第一方差值产生具有第二方差值的第二高斯分布,其中,基于第一高斯分布和第二高斯分布估计所述比例。
22. 如权利要求 21 所述的方法,其中,所述比例是第一高斯分布的导数和第二高斯分布的导数之间的比例。
23. 如权利要求 21 所述的方法,其中,所述第二方差值小于所述第一方差值。
24. 如权利要求 21 所述的方法,其中,第一高斯分布和第二高斯分布中的每一个是广义高斯分布 GGD。

## 获得高分辨率图像的设备和方法

[0001] 本申请要求于 2009 年 1 月 20 日提交到韩国知识产权局的第 10-2009-0004512 号韩国专利申请的优先权,该申请的公开通过引用合并与此。

### 技术领域

[0002] 示例性实施例涉及一种获得高分辨率图像的设备和方法,更具体地,涉及这样一种获得高分辨率图像的设备和方法,该设备和方法在不使用附加数据的情况下能够获得增强的高分辨率图像。

### 背景技术

[0003] 随着显示技术的发展,显示装置会变得越来越来并且支持高分辨率。

[0004] 在使用数字相机或数字摄像机获得将被显示在大型显示装置上的图像的情况下,由于相机的小型化而导致的视觉限制(即,由于电荷耦合装置(CCD)/互补型金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器的像素数量不足而导致的空间分辨率的限制)以及在压缩/存储/发送记录的图像期间的大小变化,难以获得高分辨率图像。因此,可研发通过信号分析的高分辨率图像增强算法以针对记录的图像获得高分辨率图像。

[0005] 作为用于从低分辨率图像获得高分辨率图像的现有方法,存在使用缩放器(scaler)的内插方法。内插方法将合适的数据值分配给不具有分配的像素值的像素以提高图像的分辨率。

[0006] 然而,内插方法是基于线性内插,从而可导致图像的低清晰度和模糊。

### 发明内容

[0007] 根据示例性实施例,提供了一种获得高分辨率图像的设备,所述设备包括:缩放器,缩放输入图像并产生第一输出图像;高频分量提取单元,从输入图像提取第一输出图像的第一高频分量;高频分量产生单元,基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;以及图像合成单元,将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像。

[0008] 高频分量提取单元可缩放输入图像的高频分量以提取第一高频分量。

[0009] 高频分量产生单元可基于第一高频分量估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例,并基于该比例产生第二高频分量。

[0010] 根据其他示例性实施例,提供了一种获得高分辨率图像的设备,所述设备包括:缩放器,对输入图像进行缩放并产生第一输出图像;高频分量产生单元,从第一输出图像提取第一高频分量,并基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像。

[0011] 根据示例性实施例,提供了一种获得高分辨率图像的方法,所述方法包括:缩放输入图像并产生第一输出图像;从输入图像提取第一输出图像的第一高频分量;基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;以及将第一输入图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像。

[0012] 根据其他示例性实施例,提供了一种获得高分辨率图像的方法,所述方法包括:缩放输入图像并产生第一输出图像;从第一输出图像提取第一高频分量并基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量;以及将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像。

[0013] 其他方面、和/或优点在以下描述中部分阐述,部分地通过以下描述将是清楚的,或者可通过实施例的实施而得知。

#### 附图说明

[0014] 通过结合附图的示例性实施例的以下描述,这些和/或其他方面将变得清除和更加易于理解,其中:

[0015] 图 1 示出根据示例性实施例的获得高分辨率图像的设备配置;

[0016] 图 2 示出根据其他示例性实施例的获得高分辨率图像的设备配置;

[0017] 图 3A 至图 3I 示出根据示例性实施例的图像的拉普拉斯信号和清晰度之间的关系;

[0018] 图 4A 至图 4C 示出根据示例性实施例的图像的梯度分量和清晰度之间的关系;

[0019] 图 5 示出根据示例性实施例的获得高分辨率图像的方法的流程图;

[0020] 图 6 示出根据其他示例性实施例的获得高分辨率图像的方法的流程图。

#### 具体实施方式

[0021] 现将详细参照示例性实施例,在附图中示出示例性实施例的示例,其中,相同的标号始终表示相同的部件。以下参照附图描述示例性实施例以解释本公开。

[0022] 图 1 示出根据示例性实施例的获得高分辨率图像的设备 100 的配置。

[0023] 根据示例性实施例,获得高分辨率图像的设备 100 包括:缩放器 110,高频分量提取单元 120,高频分量产生单元 130 以及图像合成单元 140,这将在以下描述。

[0024] 缩放器 110 可缩放输入图像并产生第一输出图像。

[0025] 在图像信号处理中,缩放可指示图像的像素数量的增加。也就是说,与输入图像相比,第一输出图像可以是高分辨率图像。在这种情况下,空间频区域的数量可增加至像素的增加的数量。

[0026] 例如,缩放器 110 可使用内插方法产生分辨率增强的第一输出图像。

[0027] 当使用内插方法产生第一输出图像时,缩放器 110 可不使用全部增加的空间频率区域,并且可仅处理输入图像的空间频率分量。因此,产生的第一输出图像可以是高频分量不足的高分辨率图像。

[0028] 高频分量提取单元 120 可从输入图像提取第一输出图像的高频分量。以下,将从输入图像提取的高频分量称为第一高频分量。

[0029] 根据示例性实施例,高频分量提取单元 120 可提取并缩放输入图像的高频分量,从而可提取第一高频分量。

[0030] 例如,高频分量提取单元 120 可使用低通滤波器 (LPF) 从输入图像提取高频分量。在这种情况下,使用 LPF 的高频分量的提取可基于以下等式 1 执行:

[0031] [等式 1]

[0032]  $I_H = I - \text{LPF}(I)$

[0033] 其中,  $I$ 、 $I_H$  和  $\text{LPF}()$  可分别表示输入图像、输入图像的高频分量和低通滤波。

[0034] 也就是说, 高频分量提取单元 120 可通过对输入图像  $I$  进行低通滤波来提取输入图像  $I$  的低频分量  $\text{LPF}(I)$ 。而且, 高频分量提取单元 120 可使用输入图像  $I$  和提取的输入图像  $I$  的低频分量  $\text{LPF}(I)$  之间的差来提取输入图像  $I$  的高频分量  $I_H$ 。

[0035] 而且, 高频分量提取单元 120 可缩放提取的输入图像  $I$  的高频分量  $I_H$ , 从而可提取第一高频分量。

[0036] 图像的高频分量可包括高频区域的各种信号分量。例如, 图像的高频分量可包括拉普拉斯信号。拉普拉斯信号可以是图像的像素值的二阶导数。

[0037] 根据示例性实施例, 第一高频分量可包括第一拉普拉斯信号。

[0038] 在这种情况下, 高频分量提取单元 120 可使用与以下等式 2 相应的核 (kernel) 或遮罩 (mask) 从输入信号提取拉普拉斯信号:

[0039] [ 等式 2]

$$[0040] \quad M = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

[0041] 其中,  $M$  可表示拉普拉斯核或遮罩。

[0042] 然后, 高频分量提取单元 120 可缩放提取的输入信号的拉普拉斯信号, 从而可提取第一拉普拉斯信号。

[0043] 高频分量产生单元 130 可基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量。

[0044] 由于第一高频分量可以与从输入图像提取的高频分量有关, 因此不能仅使用第一高频分量获得高频率图像。因此, 高频分量产生单元 130 可产生第二高频分量, 其中, 与第一高频分量相比, 高频区域中的信号被增强。

[0045] 在这种情况下, 高频分量产生单元 130 可使用第一高频分量产生第二高频分量。也就是说, 高频分量产生单元 130 可仅使用包括在当前图像中的数据, 而不使用如基于重建的超分辨率算法或基于示例的超分辨率算法中的附加数据, 来产生用于分辨率增强的高频分量, 即, 第二高频分量。

[0046] 根据示例性实施例, 高频分量产生单元 130 可基于第一高频分量估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例。以下, 该比例被称为大小比。而且, 高频分量产生单元 130 可基于估计的大小比产生第二高频分量。

[0047] 由于第一高频分量和第二高频分量是单个图像的高频分量, 因此第一高频分量的大小与第二高频分量的大小成比例。因此, 高频分量产生单元 130 可估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的大小比, 并基于估计的大小比产生第二高频分量。

[0048] 在这种情况下, 根据示例性实施例, 高频分量产生单元 130 可将估计的大小比与由高频分量提取单元 120 提取的第一高频分量相乘, 从而可提取第二高频分量。在这种情况下, 大小比可由以下等式 3 确定:

[0049] 等式 3

[0050]

$$r = \frac{\text{估计的第二高频分量的大小}}{\text{估计的第一高频分量的大小}}$$

[0051] 其中, r 可表示大小比。

[0052] 图像合成单元 140 可将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像。

[0053] 如上所述, 第一输出图像可以是由于高频分量不足而具有低清晰度的图像。因此, 图像合成单元 140 可将第一输出图像和由高频分量产生单元 130 产生的第二高频分量合成, 从而可产生增强了高频分量的第二输出图像。第二输出图像可以是针对输入图像的最终输出图像。

[0054] 因此, 获得高分辨率图像的设备 100 可获得与低分辨率输入图像相应的高分辨率图像。

[0055] 如上所述, 图像的高频分量可包括拉普拉斯信号。因此, 第一高频分量可包括第一拉普拉斯信号, 第二高频分量可包括第二拉普拉斯信号。

[0056] 以下, 参照图 3A 至图 3I 以及图 4A 至图 4C 来详细描述图像的高频分量包括拉普拉斯信号。

[0057] 图 3A 至图 3I 示出根据示例性实施例的图像的拉普拉斯信号和清晰度之间的关系。

[0058] 图 3A 示出图像的像素位置和像素值之间的关系的图形。图 3B 至图 3E 示出像素位置和拉普拉斯信号值之间的关系的图形。

[0059] 像素位置可以是图 3A 至图 3E 中的相同像素位置。也就是说, 图 3A 至图 3E 示出根据像素位置的图像的特定部分的像素值和拉普拉斯信号值的图形。

[0060] 在图 3A 中, 像素值显著改变的点可以是图像中的边缘。

[0061] 而且, 图 3B 至图 3E 针对具有不同清晰度的图像示出与拉普拉斯信号有关的图形。在这种情况下, 与图 3B 有关的图像可具有最高清晰度, 与图 3C 有关的图像可具有比图 3B 的图像低的清晰度, 与图 3D 有关的图像可具有比图 3C 的图像低的清晰度, 与图 3E 有关的图像可具有比图 3D 的图像低的清晰度。

[0062] 图 3F 可示出具有图 3B 的拉普拉斯信号的图像的频谱图。类似地, 图 3G 至图 3I 可分别示出具有图 3C 至图 3E 的拉普拉斯信号的图像的频谱图。

[0063] 如图 3F 至 3I 所示, 随着图像的清晰度增加, 包括在高频带中的频率分量的大小可增加。也就是说, 图像的高频分量的比例将增加以增加图像的清晰度。

[0064] 如图 3B 至 3E 所示, 随着图像的清晰度增加, 尽管可保持拉普拉斯信号的过零位置, 但是边缘中的拉普拉斯信号值的变化可能不同。在边缘中可发生拉普拉斯信号的过零。也就是说, 随着图像的清晰度增加, 边缘中的拉普拉斯信号值得斜率可增加, 从而拉普拉斯信号可具有相对锐利的形状。这里, 边缘可指示包括边缘像素和与边缘像素相邻的临近像素。

[0065] 也就是说, 尽管可不考虑图像的清晰度而在图像的边缘中发生拉布拉斯信号的过零, 但是随着图像的清晰度增加, 边缘中的拉普拉斯信号可具有相对锐利 (sharp) 的形状。

[0066] 根据示例性实施例的获得高分辨率图像的设备 100 可控制低分辨率图像的边缘中的拉普拉斯信号值, 从而可将拉普拉斯信号的形状改变为锐利。因此, 可获得具有高清晰度的高分辨率图像。

[0067] 图 4A 至图 4C 示出根据示例性实施例的图像的梯度分量和清晰度之间的关系。

[0068] 图 4A 示出图像的具体部分（以下称为“图像”）。图像的边缘 410 在图 4A 中示出。

[0069] 图 4B 和图 4C 示出根据梯度路径 420 的方向的在图像中边缘的梯度值的分布的图形。梯度路径 420 的方向可以与边缘 410 垂直。

[0070] 图 4B 示出具有高清晰度的图像的边缘的梯度值的分布的图形。图 4C 示出具有低清晰度的图像的边缘的梯度值的分布的图形。

[0071] 如图 4B 和 4C 所示，边缘的梯度值的分布可被表示为具有以边缘的像素位置作为均值的高斯分布。而且，随着图像的清晰度增加，边缘的梯度值得分布可具有锐利的形状。也就是说，随着图像的清晰度增加，梯度值的分布的方差值可降低。

[0072] 在这种情况下，由于梯度分量可指示像素值的斜率，可通过像素值的一阶微分来提取梯度分量。而且，由于拉普拉斯信号可以是像素值的二阶导数，因此可通过对梯度分量进行微分来提取拉普拉斯信号。

[0073] 如上所述，由于边缘中的梯度分布可具有高斯分布的形状，因此边缘中的梯度分布可将图像的梯度分量模拟为高斯分布。

[0074] 在这种情况下，可使用边缘中的梯度分布的方差值来模拟在边缘中模拟的高斯分布。模拟的高斯分布的均值可以与边缘的像素位置值相应。

[0075] 如上所述，作为图像的高频分量的拉普拉斯信号可通过对梯度分量进行微分来提取，并且边缘中的梯度分布可被模拟为高斯分布。因此，高频分量产生单元 130 可使用模拟的高斯分布来估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例。

[0076] 因此，高频分量产生单元 130 可通过基于梯度分布的方差值模拟梯度分布来产生第一高斯分布。在这种情况下，梯度分布的方差值可从第一输出图像的边缘提取。而且，高频分量产生单元 130 可使用第一高斯分布产生第二高斯分布。因此，高频分量产生单元 130 可基于第一高斯分布和第二高斯分布估计大小比。在这种情况下，第一高斯分布可具有第一方差值，第二高斯分布可具有第二方差值。

[0077] 如上所述，可通过对梯度分量进行微分来提取拉普拉斯信号。因此，根据示例性实施例，大小比可以是第一高斯分布的导数和第二高斯分布的导数之间的比例。

[0078] 以下，更详细地描述高频分量产生单元 130 的操作。

[0079] 高频分量产生单元 130 可从第一输出图像的边缘检测梯度分布，并获得检测的梯度分布的方差值。

[0080] 根据示例性实施例，可基于第一输出图像的梯度图和第一输出图像的边缘图产生第一输出图像的边缘的梯度分布。

[0081] 可通过包括在高频分量产生单元 130 中的梯度图产生单元（未示出）来产生梯度图。可通过包括在高频分量产生单元 130 中的边缘图产生单元（未示出）来产生边缘图。

[0082] 当产生梯度图时，梯度图产生单元可产生第一输出图像的水平梯度和垂直梯度。

[0083] 可使用微分核或索贝尔 (Sobel) 遮罩来产生水平轴的梯度大小。可使用遮罩来产生垂直轴的梯度大小，其中，当产生水平轴的梯度大小时使用的微分核和索贝尔遮罩被转置。

[0084] 梯度图产生单元可根据以下等式 4 和等式 5，使用产生的水平梯度和产生的垂直梯度来产生梯度大小和梯度角：



[0085] [ 等式 4]

$$[0086] \quad |G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

[0087] [ 等式 5]

$$[0088] \quad \angle G = \tan^{-1} \left( \frac{G_y}{G_x} \right)$$

[0089] 其中,  $|G|$  可表示梯度大小,  $\angle G$  可表示梯度角,  $G_x$  可表示水平梯度,  $G_y$  可表示垂直梯度。

[0090] 当产生边缘图时, 边缘图产生单元可确定每个像素的边缘是否存在。在这种情况下, 边缘图产生单元可使用包括在第一高频分量中的第一拉普拉斯信号以确定每个像素的边缘是否存在。也就是说, 当在第一拉普拉斯信号中发生过零时, 可确定在相应像素中边缘存在。

[0091] 在这种情况下, 由于边缘图产生单元可由于噪声作出错误确定, 因此产生的梯度图可被用于确定每个像素的边缘是否存在。因此, 边缘图产生单元可仅针对梯度大小与阈值相同或大于阈值的像素来确定边缘是否存在。因此, 可减少确定的错误。

[0092] 边缘图产生单元可使用产生的梯度图的梯度角值来确定边缘像素位置中的方位。而且, 边缘图产生单元可使用该方位和边缘存在与否来准确地产生在每个子像素单元的边缘图。

[0093] 高频分量产生单元 130 可使用产生的梯度图和产生的边缘图来检测边缘中的梯度分布, 并获得检测的梯度分布的方差值。

[0094] 也就是说, 高频分量产生单元 130 可使用包括在梯度图中的梯度大小和包括在边缘图中的边缘像素位置的方位来检测边缘中的梯度分布。

[0095] 由于对每个边缘像素存在梯度路径, 因此单个梯度路径可以与单个边缘相应。因此, 基于梯度路径检测的梯度分布的方差值可以与相应于该梯度路径的边缘像素匹配。因此, 可以解释, 对每个边缘像素可存在梯度分布的方差值。以下, 根据包括具体边缘像素的梯度路径检测的梯度分布的方差值被称为边缘像素的梯度方差值。

[0096] 这里, 需要边缘中的梯度分布的方差值以及梯度路径的像素与边缘像素之间的距离以产生第一高斯分布。因此, 高频分量产生单元 130 可以按照梯度简档 (profile) 的形式存储边缘中的梯度分布。因此, 相应像素和边缘像素之间的距离以及与梯度路径相应的边缘的梯度方差值可被存储在梯度检档中。在这种情况下, 相应像素被包括在梯度路径中。

[0097] 高频分量产生单元 130 可检索与相应像素具有最小欧式 (Euclidean) 距离的边缘像素以确定哪个梯度路径包括该相应像素。与检索的边缘像素相应的梯度路径可以是包括相应像素的梯度路径。

[0098] 高频分量产生单元 130 可计算在每个子像素单元的边缘像素的梯度方差值以及相应像素和边缘像素之间的距离, 以提高梯度简档的准确度。在这种情况下, 边缘像素的梯度方差值可通过以下等式 6 计算:

[0099] [ 等式 6]

$$[0100] \quad \sigma = \sqrt{\sum_{x \in p(x_0)} m'(x) d^2(x, x_0)}$$

[0101] 其中,  $\sigma$  可表示边缘像素的梯度方差值,  $m'(x)$  可表示梯度大小的概率分布,  $x$  可

表示相应像素的位置,  $x_0$  可表示相应像素中的子像素的位置,  $d^2(x, x_0)$  可表示相应像素到边缘像素的距离,  $p$  可表示梯度路径。梯度大小的概率分布可由以下等式 7 确定:

[0102] [等式 7]

$$[0103] \quad m'(x) = \frac{|G(x)|}{\sum_{s \in p(x_0)} |G(s)|}$$

[0104] 在获得第一输出图像的边缘的梯度分布的方差值之后, 高频分量产生单元 130 可通过使用获得的梯度分布的方差值模拟梯度分布来产生第一高斯分布。在这种情况下, 第一高斯分布的均值可以是边缘像素的位置值, 第一高斯分布的方差值可以是获得的方差值, 这被称为第一方差值。

[0105] 而且, 高频分量产生单元 130 可基于第一方差值确定第二方差值, 并产生第二高斯分布。第二高斯分布可具有第二方差值, 并以边缘像素的位置值作为均值。

[0106] 如上所述, 随着边缘中的梯度分布的方差值减少, 图像的清晰度可增强。根据示例性实施例, 第二方差值可小于第一方差值。也就是说, 高频分量产生单元 130 可从小于第一方差值的值中任意选择任何一个, 并将选择的值确定为第二方差值。

[0107] 以上描述了产生第一高斯分布和第二高斯分布的高频分量产生单元 130 的操作。

[0108] 根据示例性实施例, 第一高斯分布和第二高斯分布可以是广义高斯分布 (GGD)。

[0109] 因此, 边缘中的梯度分布可以被模拟为 GGD。在这种情况下, 第一高斯分布可以与第一 GGD 相应, 第二高斯分布可以与第二 GGD 相应。

[0110] 模拟边缘中的梯度分布的 GGD 可被表示为如下:

[0111] [等式 8]

$$[0112] \quad GGD(d, \sigma, \lambda) = \frac{\lambda \alpha(\lambda)}{2\sigma \Gamma(\frac{1}{\lambda})} \exp[-(\alpha(\lambda) \left| \frac{d}{\sigma} \right|^\lambda)]$$

[0113] 其中,  $GGD()$ 、 $d$ 、 $\sigma$ 、 $\lambda$  和  $\Gamma()$  可分别表示 GGD 的函数、到边缘像素的距离、方差值、用于 GGD 的形状确定的参数和伽玛函数。 $\alpha(\lambda)$  可通过  $\alpha(\lambda) = \sqrt{\Gamma(\frac{3}{\lambda})/\Gamma(\frac{1}{\lambda})}$  给出。

[0114] 在这种情况下, 当输入图像是自然图像时,  $\lambda$  可具有值 1.6。边缘中的梯度分布可被模拟为以  $\sigma$  作为变量的 GGD。因此, 高频分量产生单元 130 可通过将边缘中的梯度分布的方差值应用于等式 8 将边缘中的梯度分布模拟为第一 GGD。

[0115] 而且, 高频分量产生单元 130 可通过改变第一 GGD 的第一方差值来产生第二方差值, 并通过将第二方差值应用于等式 8 来产生第二 GGD。

[0116] 在这种情况下, 高频分量产生单元 130 可使用第一 GGD 和第二 GGD 确定大小比。如上所述, 由于可通过对梯度分量进行微分来提取包括在高频分量中的拉普拉斯信号, 因此可使用等式 8 和以下等式 9 来确定大小比:

[0117] [等式 9]

$$[0118] \quad r(d) = \frac{GGD(d + \Delta, \sigma_2) - GGD(d - \Delta, \sigma_2)}{GGD(d + \Delta, \sigma_1) - GGD(d - \Delta, \sigma_1)}$$

[0119] 其中,  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$  可分别表示第一 GGD 的方差值和第二 GGD 的方差值。而且, 高频分量产生单元 130 可通过将第一拉普拉斯信号与  $r(d)$  相乘来产生第二拉普拉斯信号。

- [0120] 图 2 示出根据其他示例性实施例的获得高分辨率图像的设备 200 的配置。
- [0121] 获得高分辨率图像的设备 200 可包括缩放器 210、高频分量产生单元 220 和图像合成单元 230。
- [0122] 缩放器 210 可缩放输入图像并产生第一输出图像。
- [0123] 高频分量产生单元 220 可从第一输出图像提取第一高频分量,并基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量。
- [0124] 也就是说,高频分量产生单元 220 可直接从第一输出图像提取第一高频分量。
- [0125] 在这种情况下,高频分量产生单元 220 可通过将第一输出图像应用于等式 1 或将第一输出图像应用于与等式 2 相应的核来提取第一高频分量。
- [0126] 图像合成单元 230 将第一输出图像和第二高频分量合成并产生第二输出图像。
- [0127] 这里,获得高分辨率图像的设备 200 的缩放器 210、高频分量产生单元 220 和图像合成单元 230 可分别与获得高分辨率图像的设备 100 的缩放器 110、高频分量产生单元 130 和图像合成单元 140 相应。因此,在此可省略除了由高频分量提取单元 220 提取第一高频分量之外的详细描述。
- [0128] 图 5 示出根据示例性实施例的获得高分辨率图像的方法的流程图。
- [0129] 参照图 5 详细描述获得高分辨率图像的方法。
- [0130] 在操作 S510,可缩放输入图像并且可产生第一输出图像。
- [0131] 尽管第一输出图像的分辨率高于输入图像的分辨率,但是由于高频分量不足,第一输出图像可以是具有低清晰度的高分辨率图像。
- [0132] 在操作 S520,可从输入图像提取高频分量。
- [0133] 根据示例性实施例,图像的高频分量可包括拉普拉斯信号。
- [0134] 在这种情况下,在操作 S520,可根据等式 1 从输入图像提取高频分量。而且,当高频分量包括拉普拉斯信号时,在操作 S520,可使用与等式 2 相应的核或遮罩从输入信号提取拉普拉斯信号。
- [0135] 在操作 S530,提取的高频分量可被缩放并且第一输出图像的第一高频分量可被提取。
- [0136] 在操作 S540,可基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量。具体地,在操作 S540,可不使用附加数据而仅使用包括在当前图像中的数据来产生第二高频分量。
- [0137] 根据示例性实施例,在操作 S540,可基于第一高频分量估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例(大小比),这在图 5 没有中示出。在这种情况下,在操作 S540,可基于估计的大小比产生第二高频分量。
- [0138] 根据示例性实施例,当估计大小比时,可通过将大小比与在操作 S530 提取的第一高频分量相乘来提取第二高频分量。在这种情况下,可通过等式 3 确定大小比。
- [0139] 如上所述,由于图像的高频分量可包括拉普拉斯信号,因此第一高频分量包括第一拉普拉斯信号,第二高频分量可包括第二拉普拉斯信号。
- [0140] 根据示例性实施例,在操作 S540,可基于梯度分布的方差值产生第一高斯分布。可从第一输出图像的边缘提取梯度分布的方差值,该方差值被称为第一方差值。而且,在操作 S540,可基于第一方差值产生第二高斯分布。在这种情况下,第一高斯分布可具有第一方差值,第二高斯分布可具有第二方差值。而且,可基于第一高斯分布和第二高斯分布估计大小

比。

[0141] 如上所述,可通过对边缘中的梯度分量进行微分来提取作为图像的高频分量的拉普拉斯信号,并且边缘中的梯度分布可被模拟为高斯分布。因此,当估计大小比时,可使用模拟的高斯分布估计第一高频分量的大小和第二高频分量的大小之间的比例。

[0142] 而且,可通过对梯度分量进行微分来提取拉普拉斯信号。因此,根据示例性实施例,大小比可以是第一高斯分布的导数和第二高斯分布的导数之间的比例。

[0143] 而且,根据示例性实施例,第一高斯分布可以与第一 GGD 相应,第二高斯分布可以与第二 GGD 相应。

[0144] 在这种情况下,第一 GGD 和第二 GGD 可被表示为等式 8。

[0145] 在这种情况下,可通过等式 9 确定大小比。

[0146] 在操作 S550,第一输出图像和第二高频分量可被合成,并且可产生第二输出图像。因此,可获得增强了高频分量的作为高分辨率图像的第二输出图像。

[0147] 图 6 示出根据其他示例性实施例的获得高分辨率图像的方法的流程图。

[0148] 参照图 6 详细描述根据其他示例性实施例的获得高分辨率图像的方法。

[0149] 在操作 S610,可缩放输入图像并且可产生第一输出图像。

[0150] 在操作 S620,可从第一输出图像提取第一高频分量。也就是说,在操作 S620,可从第一输出图像直接提取第一高频分量。在这种情况下,可通过将第一输出图像应用于等式 1 或将第一输出图像应用于与等式 2 相应的核来提取第一高频分量。

[0151] 在操作 S630,可基于第一高频分量产生第一输出图像的第二高频分量。在操作 S640,第一输出图像和第二高频分量可被合成,并且可产生第二输出图像。

[0152] 已经描述了根据其他示例性实施例的获得高分辨率图像的方法。已经参照图 1 和图 2 描述的获得高分辨率图像的设备可被应用于获得高分辨率图像的方法。因此,在此将省略进一步详细的描述。

[0153] 根据上述示例性实施例的获得高分辨率图像的方法可被记录在包括由计算机实施的用于实现各种操作的程序指令的计算机可读介质。该介质还可单独包括程序指令、数据文件、数据结构等或包括它们的组合。计算机可读介质的示例包括磁介质(诸如,硬盘、软盘和磁带)、光介质(诸如,CD-ROM 和 DVD)、磁光介质(诸如,光盘)以及被具体配置以存储和执行程序指令的硬件装置(诸如,只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、闪存等)。计算机可读介质还可以是分布的网络,从而程序指令可以按照分布的方式被存储和执行。计算机可读介质还可被实现在至少一个专用集成电路(ASIC)或现场可编程门阵列(FPGA)中。程序指令的示例包括机器代码(诸如由编译器产生)和包含可由计算机使用解析器执行的高级代码的文件。描述的硬件装置可被配置为用作一个或多个软件模块,以执行上述示例性实施例的操作,反之亦然。

[0154] 尽管示出和描述了一些示例性实施例,但是本领域技术人员应该理解,在不脱离公开的原理和精神的情况下,可在示例性实施例中进行改变,公开的范围在权利要求及其等同物中被定义。

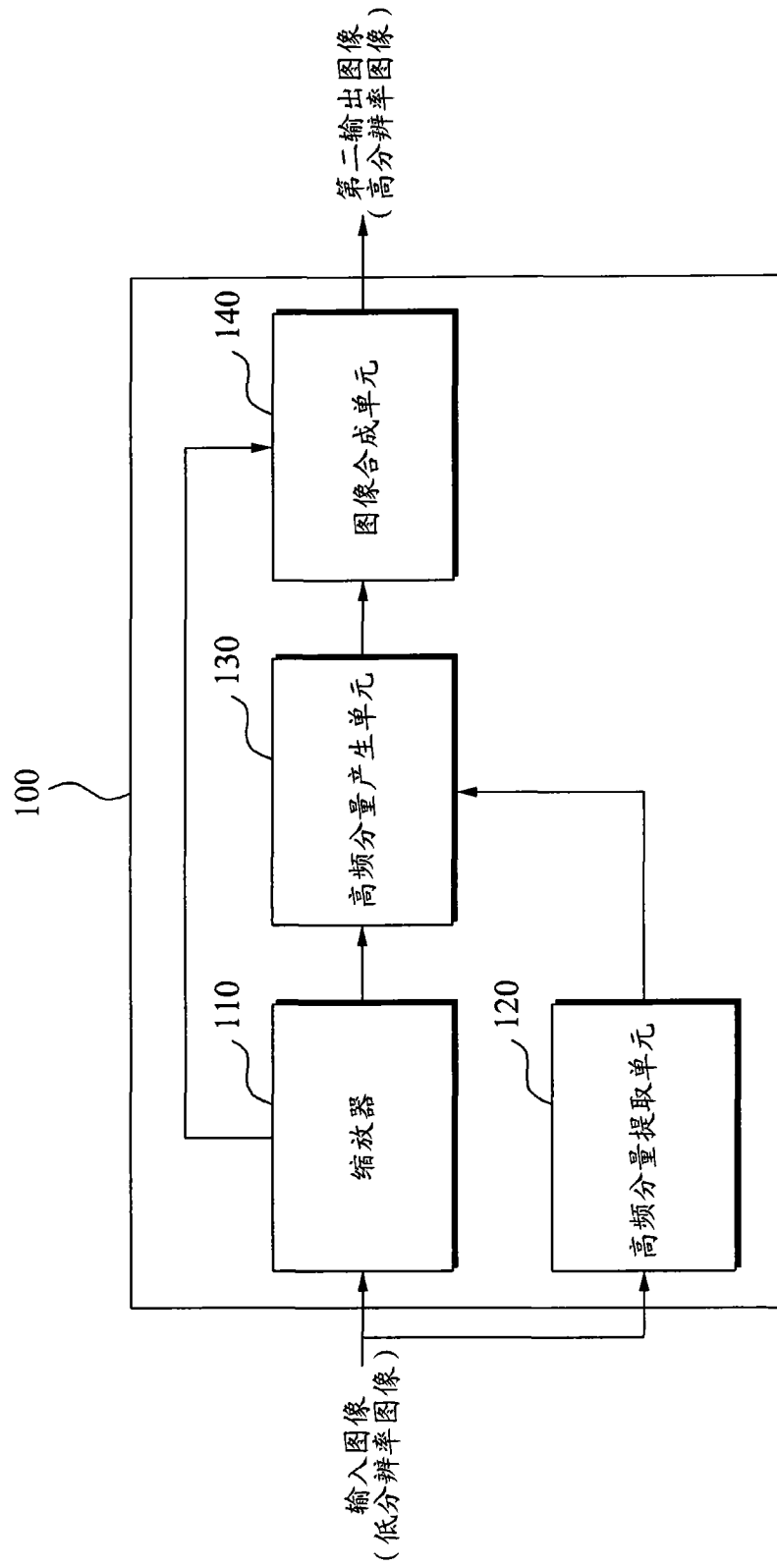


图 1

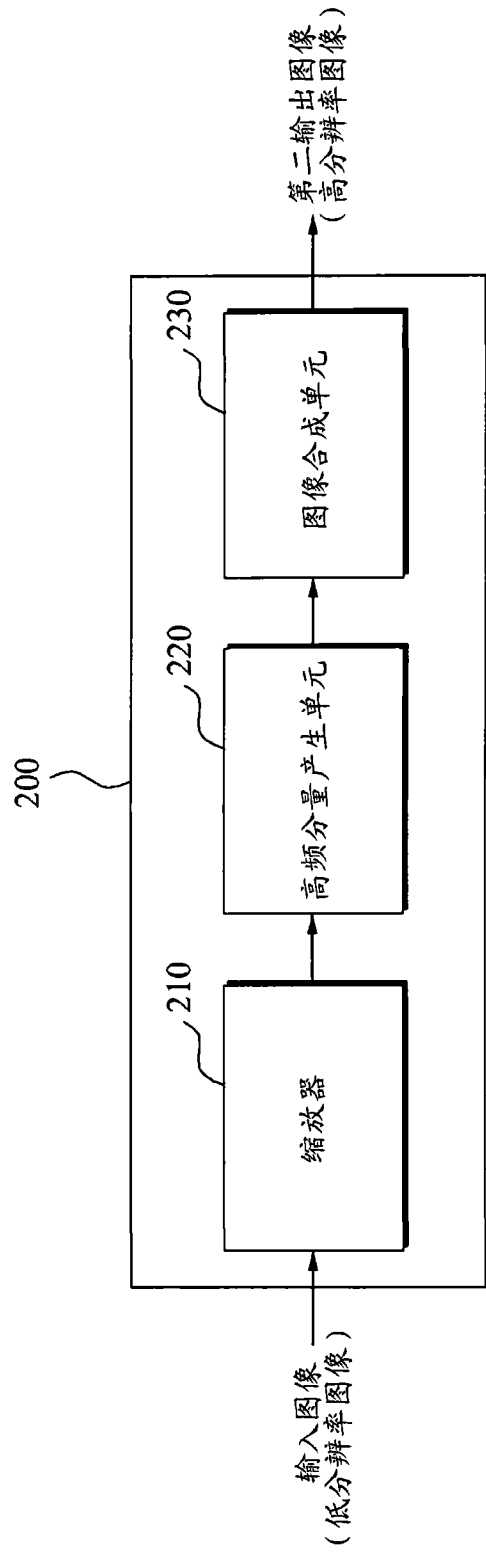


图 2

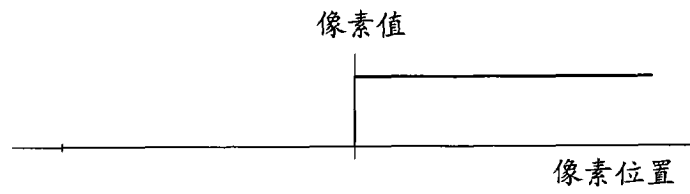


图 3A

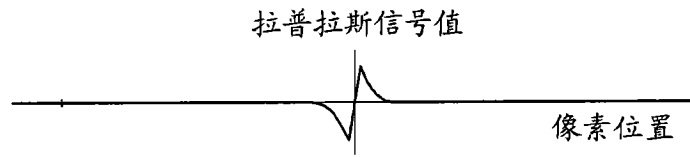


图 3B

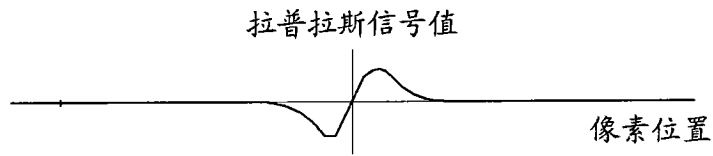


图 3C

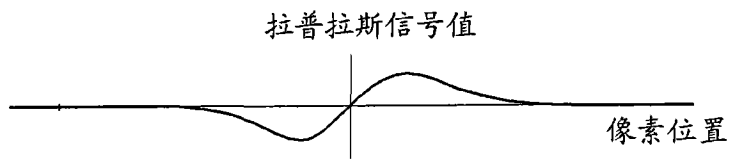


图 3D

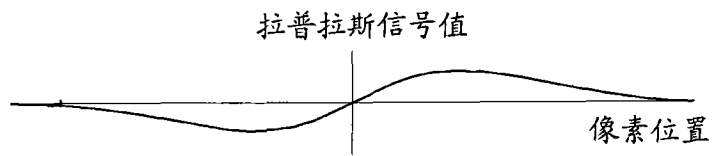


图 3E

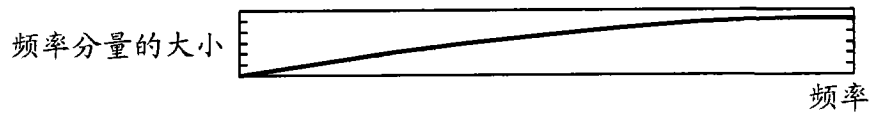


图 3F

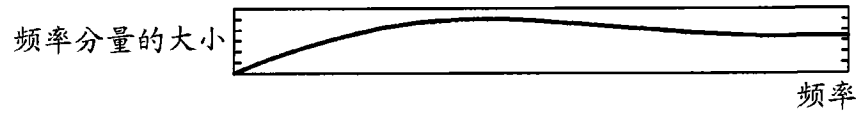


图 3G

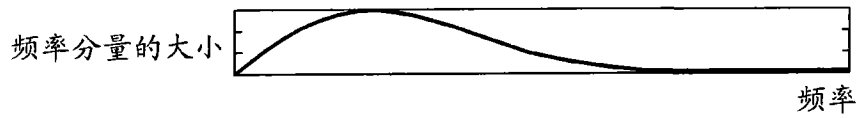


图 3H

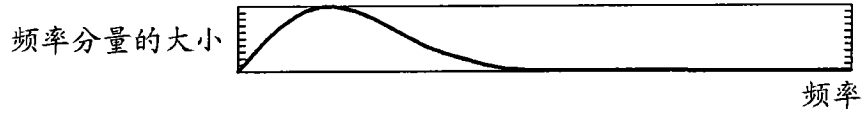


图 3I

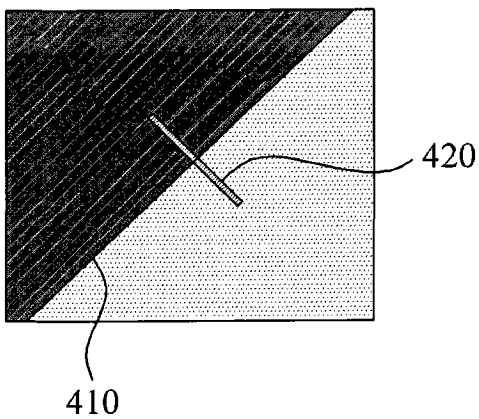


图 4A

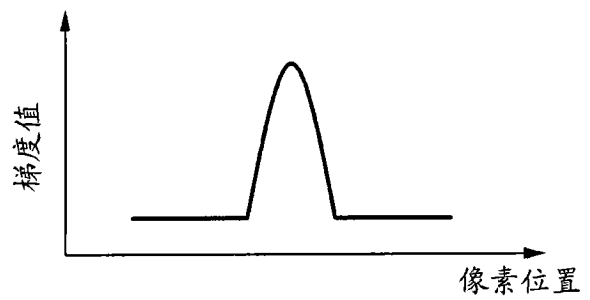


图 4B



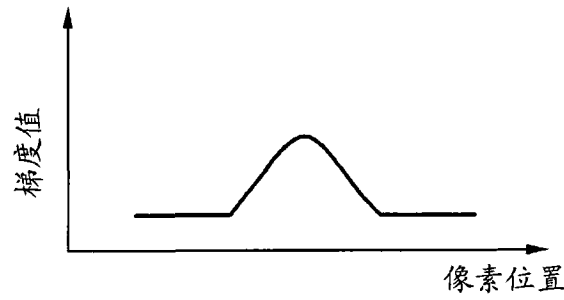


图 4C

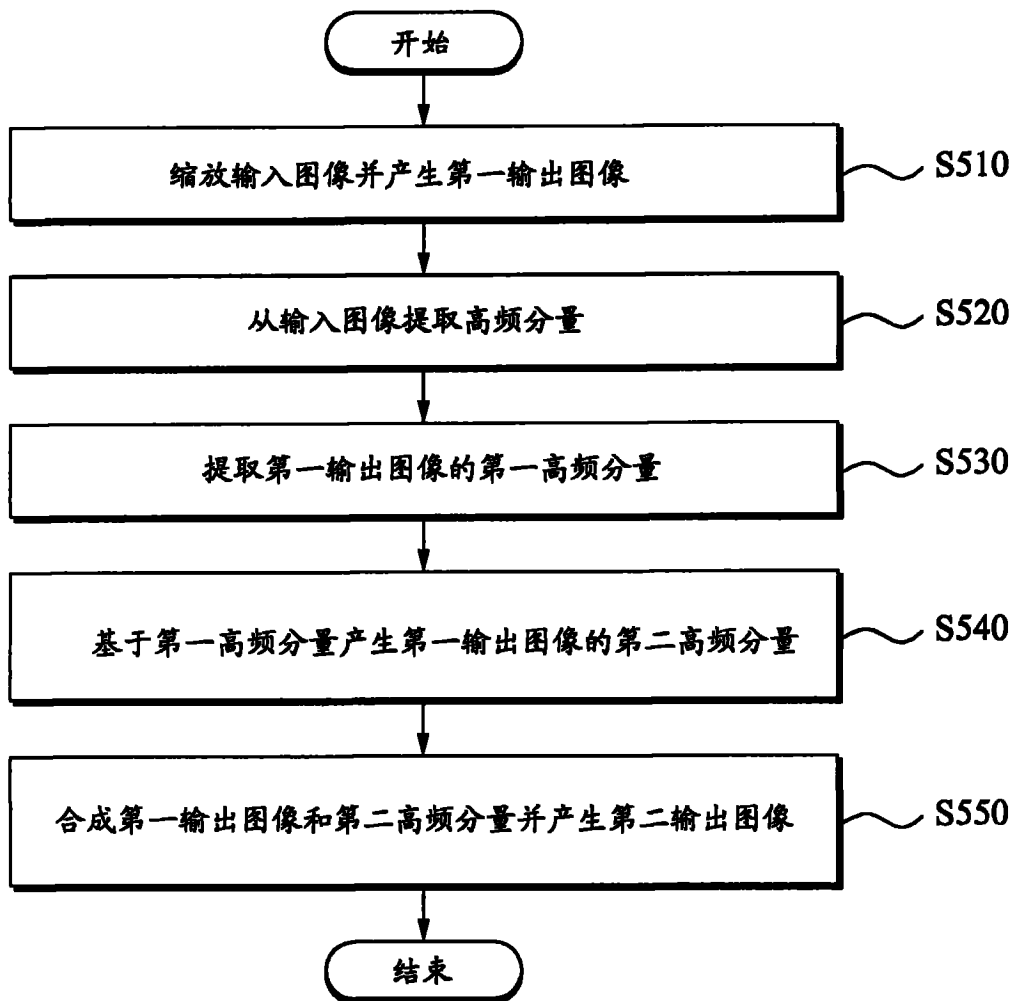


图 5

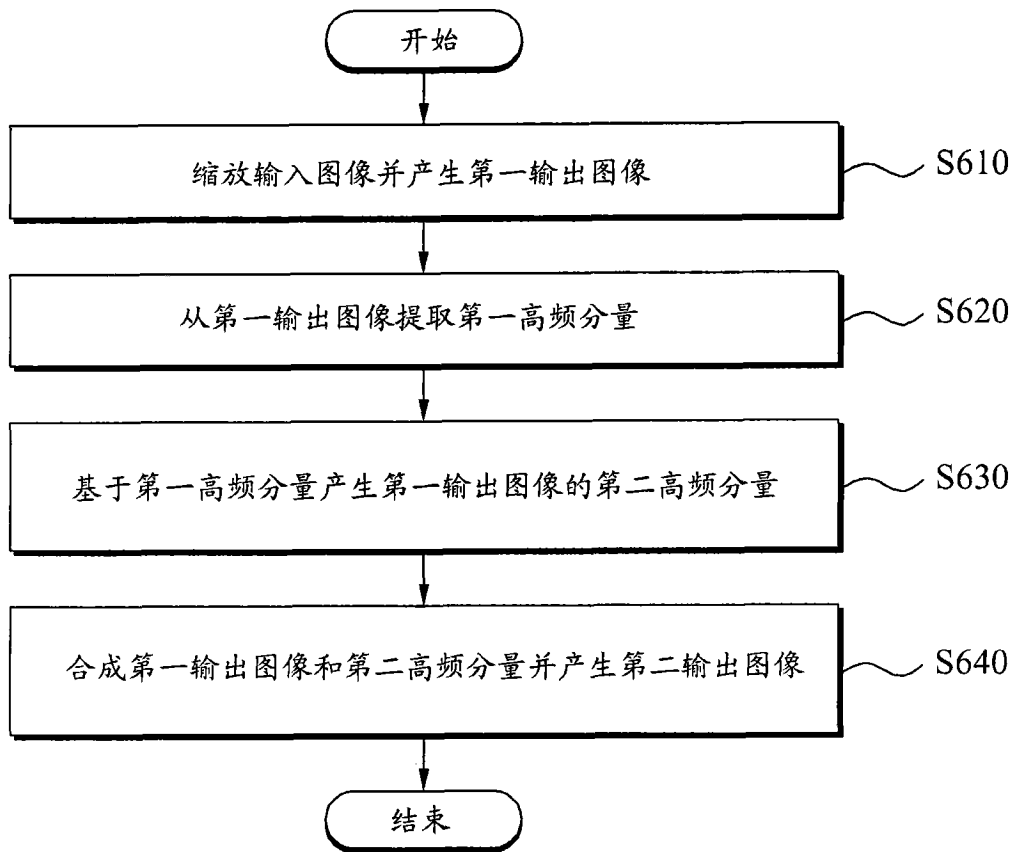


图 6