

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102025918 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201010280883. 8

(22) 申请日 2010. 09. 10

(30) 优先权数据

2009-216530 2009. 09. 18 JP

2010-044944 2010. 03. 02 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 栗田哲平 野村宜邦 海津俊

竹内悟 笠井政范

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 潘士霖 李春晖

(51) Int. Cl.

H04N 5/235 (2006. 01)

H04N 9/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2006-302023 A, 2006. 11. 02, 说明书第 0007 段.

JP 特开 2008-99158 A, 2008. 04. 24, 全文.

JP 特开 2008-227697 A, 2008. 09. 25, 说明书第 0012-0013 段.

审查员 张璇

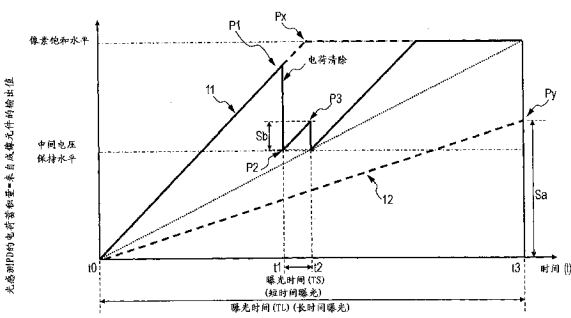
权利要求书2页 说明书22页 附图17页

(54) 发明名称

图像处理装置、成像设备、图像处理方法和程序

(57) 摘要

公开了图像处理装置、成像设备、图像处理方法和程序。该图像处理装置包括图像修正单元，该图像修正单元接收合成图像和表示在合成图像中包括的伪色像素位置的伪色像素信息，并执行像素值修正。该图像修正单元从在要修正的像素周围的区域中设置的参考区域中选择非伪色像素作为参考像素，针对参考像素设置相似度权重系数（其中与要修正的像素的像素值相接近的参考像素的像素值设置为大权重）和像素位置权重系数（其中在要修正的像素的像素位置附近的参考像素的像素值设置为大权重），并通过加权求和处理来判定要修正的像素的修正像素值。



1. 一种图像处理装置,包括图像修正单元,所述图像修正单元接收通过合成多个图像而生成的合成图像和表示所述合成图像中包括的伪色像素位置的伪色像素信息,并且使用所述合成图像中的伪色像素作为要修正的像素来执行像素值修正,

其中,所述图像修正单元从所述要修正的像素周围的区域中设置的参考区域中选择基于所述伪色像素信息而未被判定为伪色的非伪色像素作为参考像素;针对所述参考像素设置相似度权重系数和像素位置权重系数,其中对于所述相似度权重系数,与所述要修正的像素的像素值相接近的所述参考像素的像素值设置为大权重,而对于所述像素位置权重系数,在所述要修正的像素的像素位置附近的所述参考像素的像素值设置为大权重;以及通过加权求和处理来判定所述要修正的像素的修正像素值,所述加权求和处理对通过将所述参考像素的像素值乘以所述相似度权重系数和所述像素位置权重系数而获得的值进行求和。

2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中所述图像修正单元根据所述合成图像的像素的像素值配置信息的差来计算所述相似度权重系数。

3. 根据权利要求2所述的图像处理装置,其中:

在所述合成图像的各个所述像素中设置与 Lab 颜色空间相对应的像素值信息,以及所述图像修正单元根据各辉度 L 和色差 ab 的差来计算所述相似度权重系数,所述辉度 L 和色差 ab 均为所述合成图像的所述像素的像素值配置信息。

4. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的图像处理装置,还包括:缩小图像生成单元,该缩小图像生成单元执行缩小所述合成图像的处理,

其中所述图像修正单元在所述缩小图像生成单元生成的所述缩小图像中设置所述参考区域,并应用从所述缩小图像中设置的所述参考区域中选择的参考像素,以计算所述相似度权重系数和所述像素位置权重系数。

5. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的图像处理装置,其中接收基于在与包括所述要修正的像素的第一合成图像不同的时刻拍摄的图像的第二合成图像或所述第二合成图像的缩小图像作为第二参考图像,针对所述第二参考图像,在与所述第一合成图像的所述要修正的像素相对应的像素位置附近设置第二参考区域,选择所述第二参考区域中包括的非伪色像素作为参考像素,针对所述选择的参考像素设置所述相似度权重系数和所述像素位置权重系数,并且应用从包括所述要修正的像素的所述合成图像中选择的所述参考像素和从所述第二参考区域中选择的所述参考像素这二者,以通过加权求和处理来判定所述要修正的像素的所述修正像素值,其中所述加权求和处理对通过将所述参考像素的像素值乘以所述相似度权重系数和所述像素位置权重系数而获得的值进行求和。

6. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的图像处理装置,其中所述图像修正单元通过应用高斯函数来计算所述相似度权重系数和所述像素位置权重系数。

7. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的图像处理装置,还包括:图像分析单元,所述图像分析单元接收所述合成图像并执行对所述合成图像中包括的所述伪色像素的检测,以生成所述伪色像素信息,

其中所述图像修正单元应用由所述图像分析单元生成的所述伪色像素信息,以进行对所述参考区域中的所述非伪色像素的选择。

8. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的图像处理装置,还包括:合成图像生成

单元,所述合成图像生成单元合成所述多个图像以生成所述合成图像,

其中所述图像修正单元执行对所述合成图像生成单元生成的所述合成图像的修正。

9. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的图像处理装置,其中通过对通过设置不同曝光时间而拍摄的所述多个图像进行合成来生成所述合成图像。

10. 一种成像设备,包括:成像装置,所述成像装置拍摄不同曝光时间的捕获图像;以及根据权利要求1至9中任一权利要求所述的执行图像处理的图像处理装置。

11. 一种图像处理方法,所述图像处理方法在图像处理装置中执行像素值修正,所述图像处理方法包括以下步骤:在图像修正单元处,接收通过合成多个图像而生成的合成图像和表示在所述合成图像中包括的伪色像素位置的伪色像素信息,并使用所述合成图像中的伪色像素作为要修正的像素来执行所述像素值修正,

其中所述修正所述图像的步骤包括:

从所述要修正的像素周围的区域中设置的参考区域中选择基于所述伪色像素信息而未被判定为伪色的非伪色像素作为参考像素;

针对所述参考像素而设置相似度权重系数和像素位置权重系数,其中对于所述相似度权重系数,与所述要修正的像素的像素值相接近的所述参考像素的像素值设置为大权重,而对于所述像素位置权重系数,在所述要修正的像素的像素位置附近的所述参考像素的像素值设置为大权重;以及

通过加权求和处理来判定所述要修正的像素的修正像素值,其中所述加权求和处理对通过将所述参考像素的像素值乘以所述相似度权重系数和所述像素位置权重系数而获得的值进行求和。

图像处理装置、成像设备、图像处理方法和程序

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理装置、成像设备、图像处理方法和程序,更具体地,涉及用于进行对使用多个图像生成的合成图像的像素值的修正处理的图像处理装置、成像设备、图像处理方法和程序。

背景技术

[0002] 在摄像机、数字相机等中使用的固态成像元件(如 CCD 图像传感器或互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器)根据入射光量来蓄积电荷,并进行用于输出与蓄积电荷相对应的电信号的光电转换。然而,由于存在光电转换元件的电荷蓄积量的上限,所以如果接收特定量或更多的光,则电荷蓄积量达到饱和水平。因此,在具有特定亮度或更大亮度的被摄体区域中,出现固定于饱和辉度水平的所谓的白化(whitening-out)。

[0003] 为了防止这样的现象,进行如下处理,该处理根据外部光的变化等来控制光电转换元件的电荷蓄积时段,以调节曝光时间从而将灵敏度控制成最优值。例如,参考明亮的被摄体而高速释放快门,以缩短曝光时间,并且缩短光电转换元件的电荷蓄积时间,以在电荷蓄积量达到饱和水平之前输出电信号。通过这样的处理,有可能输出根据被摄体来精确地保证灰度级再现的图像。

[0004] 然而在拍摄其中混合有亮处和暗处的被摄体时,如果高速释放快门,则对于暗处可能未取得充分曝光时间。因此信噪比(S/N ratio)恶化并且图像质量下降。在通过拍摄其中混合有亮处和暗处的被摄体而获得的图像中,为了精确地再现暗部的辉度水平,如下处理是必要的,该处理在图像传感器上的其中入射光量小的像素中通过长曝光时间实现高信噪比,并且在其中入射光量大的像素中避免饱和。

[0005] 作为一种实现这样的处理的方法,已知一种使用具有不同曝光时间的多个图像的方法。也就是说,可以使用如下方法,该方法在暗图像区域中使用长时间曝光图像,并且在长时间曝光图像中的白化看来出现于的亮图像区域中使用短时间曝光图像,以判定最优像素水平。通过合成多个不同曝光图像,有可能获得其中未出现白化的具有宽动态范围的图像。

[0006] 例如公开号为 2008-99158 的日本未审专利申请或者公开号为 2008-227697 的日本未审专利申请公开了如下配置,其中通过合成具有不同曝光量的多个图像来获得具有宽动态范围的图像。将参考图 1 描述这一处理。成像装置例如在活动图像拍摄中在视频速率(30 至 60fps)内输出两个不同曝光时间的图像数据。此外,在静止图像拍摄中生成和输出两个不同曝光时间的图像数据。图 1 是示出了成像装置生成的具有两个不同曝光时间的图像(长时间曝光图像和短时间曝光图像)的特性的图。水平轴表示时间 t ,并且竖直轴表示如下光感测光电二极管(PD)中的电荷蓄积量 e ;该 PD 对与固态成像元件的一个像素相对应的光电转换元件进行配置。

[0007] 例如,在其中光感测光电二极管(PD)的光感测量大的明亮的被摄体中,如图 1 的高辉度区域 11 中所示,电荷蓄积量随着时间流逝而迅速增加。对照而言,在其中光感测光

电二极管 (PD) 的光感测量小的暗的被摄体中,如图 1 的低辉度区域 12 中所示,电荷蓄积量随着时间流逝而缓慢增加。

[0008] 时间 t_0 至 t_3 对应于用于获取长时间曝光图像的曝光时间 TL 。在表示为长时间曝光图像 TL 的低辉度区域 12 的线中,电荷蓄积量在时间 t_3 未达到饱和水平 (非饱和点 P_y),并且通过像素的如下灰度级水平 (grayscale level) 来获得精确的灰度级表达式:该灰度级水平使用按照电荷蓄积量 S_a 获得的电信号来判定。

[0009] 然而在表示为高辉度区域 11 的线中,电荷蓄积量在达到时间 t_3 之前达到饱和水平 (饱和点 P_x)。因而在高辉度区域 11 中从长时间曝光图像仅获得与饱和水平的电信号相对应的像素值,结果是像素中出现白化。

[0010] 在高辉度区域 11 中,在达到时间 t_3 之前的时间,例如在图中所示的时间 t_1 (电荷清除开始点 P_1) 清除光感测光电二极管 (PD) 中蓄积的电荷。不清除光感测光电二极管 (PD) 中蓄积的所有电荷,而是将电荷清除至光电二极管 PD 中控制的中间电压保持水平。在电荷清除处理之后,在曝光时间 $TS(t_2$ 至 $t_3)$ 期间再次执行短时间曝光。也就是说,从图中所示的短时间曝光开始点 P_2 至短时间曝光结束时间 P_3 进行短时间曝光。通过短时间曝光来获得电荷蓄积量 S_b ,并且基于在电荷蓄积量 S_b 的基础上获得的电信号来判定像素的灰度级水平。

[0011] 此外,当基于以通过在低辉度区域 12 中的长时间曝光获得的电荷蓄积量 S_a 为基础的电信号和以通过在高辉度区域 11 中的短时间曝光获得的电荷蓄积量 S_b 为基础的电信号来判定像素值时,计算在进行同时曝光时的估计电荷蓄积量或与估计电荷蓄积量相对应的电信号输出值,并且基于计算的结果来判定像素值水平。

[0012] 通过组合短时间曝光图像和长时间曝光图像,有可能获得其中不出现白化的具有宽动态范围的图像。

[0013] 然而,具有不同曝光量的多个图像成为在不同时刻拍摄的图像。因而在拍摄期间移动被摄体时,在合成图像时出现图像偏差。结果是在活动被摄体区域的图像部分中生成伪色 (pseudo color),因此图像质量下降。此外,即使当被摄体未移动时,如果被摄体的辉度 (luminance) 改变,则仍然可能出现同样的图像质量下降。

[0014] 公开号为 2008-227697 的日本未审专利申请公开了一种用于解决这样的问题的像素值修正方法。如上文所述,在通过合成图像生成的“具有宽动态范围的图像”中,在被摄体的辉度从高辉度变成低辉度的像素位置和被摄体的辉度从低辉度变成高辉度的像素位置中的各位置中,像素值变成错误值,因此出现像素的灰度级失效,或者在图像中生成伪色。

[0015] 在公开号为 2008-227697 的日本未审专利申请中,针对这样的图像执行修正,以防止像素的灰度级失效或伪色的生成。现在将描述该修正方法。当原始图像的像素值为 D_v 且通过针对原始图像进行模糊处理 (blurring process) 而获得的图像中的相同位置的像素值为 M_v 时,应用系数 a 和 b ($a+b=1$),并且被判定为伪色的输出像素的相同位置的像素值 $[R_v]$ 被如下计算。

[0016] $[R_v] = a \times [D_v] + b \times [M_v]$

[0017] 由于模糊处理具有例如应用一般的低通滤波器 (LPF) 且与应用的滤波器尺寸 (抽头数目) 相关地模糊图像的目的,所以考虑作为辉度变化的成像像素的二维扩展。

[0018] 从在活动被摄体的附近生成的伪色具有高频分量且无关紧要的高可能性的观点来看,使用 LPF。然而,如果要修正的像素的扩展部分大,则并不满足假设。

[0019] 为了修正要修正的像素的扩展部分大之处,将滤波器的抽头数目设置为大的。因此,由于硬件实施困难,所以通过图像缩小处理来减少信息量,并且放大缩小图像以便获得与模糊处理相同的效果。然而,根据拍摄环境,针对大区域中的活动被摄体来输出具有高色度(chroma)的伪色,该颜色即使在模糊的图像中仍然可能明显。

[0020] 为了解决这一问题,针对应用 LPF 的图像进行色度减小处理。然而在色度减小处理中,具体而言,大量伪色的修正并不充分。此外,在其中错误地判定在活动被摄体中生成伪色的像素中,色度减小可能明显。

发明内容

[0021] 希望提供能够修正在合成多个图像以生成合成图像时生成的伪色以便生成高质量图像的图像处理装置、成像设备、图像处理方法和程序。

[0022] 根据本发明的一个实施例,提供一种包括图像修正单元的图像处理装置,该图像修正单元接收通过合成多个图像而生成的合成图像和表示合成图像中包括的伪色像素位置的伪色像素信息,并使用合成图像中的伪色像素作为要修正的像素来执行像素值修正,其中图像修正单元从在要修正的像素周围的区域中设置的参考区域中选择基于伪色像素信息而未被判定为伪色的非伪色像素作为参考像素;针对参考像素设置相似度权重系数和像素位置权重系数,其中对于相似度权重系数,与要修正的像素的像素值接近的参考像素的像素值设置为大权重,而对于像素位置权重系数,在要修正的像素的像素位置附近的参考像素的像素值设置为大权重;并且通过加权求和处理来判定要修正的像素的修正像素值,该加权求和处理对通过将参考像素的像素值乘以相似度权重系数和像素位置权重系数而获得的值进行求和。

[0023] 在本发明实施例的图像处理装置中,图像修正单元可以根据合成图像的像素的像素值配置信息的差来计算相似度权重系数。

[0024] 在本发明实施例的图像处理装置中,可以在合成图像的各像素中设置与 Lab 颜色空间相对应的像素值信息,并且图像修正单元可以根据各辉度 L 和色差 ab 的差来计算相似度权重系数,该辉度 L 和色差 ab 均为合成图像的像素的像素值配置信息。

[0025] 本发明实施例的图像处理装置还可以包括用于执行缩小合成图像的处理的缩小图像生成单元,并且图像缩小单元可以在缩小图像生成单元生成的缩小图像中设置参考区域,并应用从在缩小图像中设置的参考区域中选择的参考像素以计算相似度权重系数和像素位置权重系数。

[0026] 在本发明实施例的图像处理装置中,可以接收基于在与包括要修正的像素的第一合成图像不同的时刻拍摄的图像的第二合成图像或者第二合成图像的缩小图像作为第二参考图像,可以针对第二参考图像而在与第一合成图像的要修正的像素相对应的像素位置附近设置第二参考区域,选择第二参考区域中包括的非伪色像素作为参考像素,可以针对选择的参考像素设置相似度权重系数和像素位置权重系数,并且可以应用从包括要修正的像素的合成图像中选择的参考像素和从第二参考区域中选择的参考像素,以通过加权求和处理来判定要修正的像素的修正像素值,该加权求和处理对通过将参考像素的像素值乘以

相似度权重系数和像素位置权重系数而获得的值进行求和。

[0027] 在本发明实施例的图像处理装置中,图像修正单元可以通过应用高斯函数来计算相似度权重系数和像素位置权重系数。

[0028] 在本发明实施例的图像处理装置中,本发明还可以包括:图像分析单元,接收合成图像并且执行对在合成图像中包括的伪色像素的检测以生成伪色像素信息,并且图像修正单元可以应用由图像分析单元生成的伪色像素信息以进行对参考区域中的非伪色像素的选择。

[0029] 在本发明实施例的图像处理装置中,本发明还可以包括:合成图像生成单元,合成多个图像以生成合成图像,并且图像修正单元可以执行对合成图像生成单元生成的合成图像的修正。

[0030] 在本发明实施例的图像处理装置中,通过合成通过设置不同曝光时间而拍摄的多个图像来生成合成图像。

[0031] 在本发明实施例的图像处理装置中,提供一种成像设备,该装置包括:成像装置,拍摄不同曝光时间的捕获图像;以及图像处理单元,执行图像处理。

[0032] 根据本发明的另一实施例,提供一种在图像处理装置中执行像素值修正的图像处理方法,该图像处理方法包括以下步骤:在图像修正单元处接收通过合成多个图像而生成的合成图像和表示在合成图像中包括的伪色像素位置的伪色像素信息,并且使用合成图像中的伪色像素作为要修正的像素来执行像素值修正,其中修正图像的步骤包括:从在要修正的像素周围的区域中设置的参考区域中选择基于伪色像素信息而未被判定为伪色的非伪色像素作为参考像素;针对参考像素设置相似度权重系数和像素位置权重系数,其中对于相似度权重系数,与要修正的像素的像素值相接近的参考像素的像素值设置为大权重,而对于像素位置权重系数,在要修正的像素的像素位置附近的参考像素的像素值设置为大权重;并且通过加权求和处理来判定要修正的像素的修正像素值,该加权求和处理对通过将参考像素的像素值乘以相似度权重系数和像素位置权重系数而获得的值进行求和。

[0033] 根据本发明的另一实施例,提供一种在图像处理装置中执行像素值修正的程序,该程序包括以下步骤:在图像修正单元处接收通过合成多个图像而生成的合成图像和表示在合成图像中包括的伪色像素位置的伪色像素信息,并且使用合成图像中的伪色像素作为要修正的像素来执行像素值修正,其中修正图像的步骤包括:从在要修正的像素周围的区域中设置的参考区域中选择基于伪色像素信息而未被判定为伪色的非伪色像素作为参考像素;针对参考像素设置相似度权重系数和像素位置权重系数,其中对于相似度权重系数,与要修正的像素的像素值相接近的参考像素的像素值设置为大权重,而对于像素位置权重系数,在要修正的像素的像素位置附近的参考像素的像素值设置为大权重;并且通过加权求和处理来判定要修正的像素的修正像素值,该加权求和处理对通过将参考像素的像素值乘以相似度权重系数和像素位置权重系数而获得的值进行求和。

[0034] 此外,根据本发明实施例的程序例如是可以通过以计算机可读格式提供的存储介质或通信介质向用于执行各种程序代码的信息处理装置或计算机系统提供的程序。通过以计算机可读格式提供这样的介质,在信息处理装置或计算机系统上实现根据该程序的处理。

[0035] 根据以本发明的下述实施例或者附图为基础的更详细的描述,将清楚本发明的其

它目的、特征和优点。在本说明书中，系统是多个设备的逻辑集合而限于如下系统，在该系统中在相同装置中包括具有相应配置的装置。

[0036] 根据本发明一个实施例的配置，实现一种用于修正通过合成多个图像而生成的合成图像中的伪色的处理。具体而言，在通过有选择地组合多个图像的像素值而获得的合成图像中包括的伪色像素附近设置参考区域，并且从参考区域中选择非伪色像素作为参考像素。此外针对参考像素设置相似度权重系数（与作为要修正的像素的伪色像素的像素值相接近的参考像素的像素值设置为大权重）和像素位置权重系数（与要修正的像素的像素位置接近的参考像素的像素值设置为大权重），并且通过加权求和处理来判定要修正的像素的像素值，该加权求和处理对通过将参考像素的像素值乘以相似度权重系数和像素位置权重系数而获得的值进行求和。通过这一像素值修正处理，有可能将伪色像素修正为接近于真实像素值。

附图说明

[0037] 图 1 是示出了合成具有不同曝光量的多个图像以获得具有宽动态范围的图像的处理的图；

[0038] 图 2 是示出了根据本发明实施例的图像处理装置的整体配置例子的图；

[0039] 图 3A 至 3C 是示出了根据本发明实施例的像素值修正处理的例子的图；

[0040] 图 4 是示出了根据本发明实施例 1 的图像处理装置的图像处理单元 104 的配置和处理的图；

[0041] 图 5 是示出了图像分析单元生成的伪色判定图像的例子的图；

[0042] 图 6 是示出了用于设置参考像素的权重系数的高斯函数的图；

[0043] 图 7 是示出了用于设置参考像素的权重系数的高斯函数的图；

[0044] 图 8 是示出了本发明实施例的像素值修正处理的例子的图；

[0045] 图 9 是示出了使用通过缩小应用于像素值修正处理的参考图像而生成的缩小图像的处理的例子的图；

[0046] 图 10 是示出了根据本发明实施例 2 的图像处理装置的图像处理单元 104 的配置和处理的图；

[0047] 图 11 是示出了在像素值修正时应用不同时刻的拍摄图像的处理的例子的图；

[0048] 图 12 是示出了根据本发明实施例 3 的图像处理装置的图像处理单元 104 的配置和处理的图；

[0049] 图 13A1 和 13A2 是示出了缩小一般图像的处理的例子的图；

[0050] 图 14B1 和 14B2 是示出了考虑伪色像素的缩小图像的处理（其中减少伪色的影响）的例子的图；以及

[0051] 图 15 是示出了使用近似虚线的函数而不是高斯函数来设置权重系数的处理的图。

具体实施方式

[0052] 下文将参考附图描述根据本发明实施例的图像处理装置、成像设备、图像处理方法和程序。

[0053] 将按以下顺序给出描述。

[0054] 1. 关于图像处理装置的整体配置例子

[0055] 2. 关于图像处理装置的详细实施例

[0056] 2-1. 实施例 1

[0057] 2-2. 实施例 2

[0058] 2-3. 实施例 3

[0059] 3. 关于生成缩小图像的处理的例子

[0060] 4. 关于应用不同颜色空间的处理的例子

[0061] 5. 关于其它变型实施例

[0062] 5-1. 计算权重系数的处理的变型例子

[0063] 5-2. 修正辉度值的处理的例子

[0064] 5-3. 将模糊处理应用于修正的图像的处理

[0065] 1. 关于图像处理装置的整体配置例子

[0066] 首先将参考图 2 描述根据本发明实施例的图像处理装置的整体配置例子。

[0067] 图 2 是示出了成像设备的配置例子的框图,该成像设备是根据本发明实施例的图像处理装置的例子。经过光学透镜 101 入射的光进入例如包括 CMOS 图像传感器等的成像装置 102 中,以便通过光电转换来输出图像数据。输出的图像数据经过存储器 103 输入到图像处理单元 104。控制器 105 例如根据存储于存储器(未示出)中的程序向各单元输出控制信号,以控制各种处理。

[0068] 成像装置 102 生成多个图像 111 至 113。例如生成具有重叠区域的图像或者具有不同曝光时间的多个图像 111 至 113。图像处理单元 104 接收多个图像 111 至 113,进行合成处理并且生成输出图像 120。图像处理单元 104 执行对在多个图像的合成处理时生成的伪色区域的修正,并且生成输出图像 120。

[0069] 例如,如果图像 111 至 113 是具有不同曝光时间的图像,则图像处理单元 104 例如接收以下图像。

[0070] 图像 1(曝光时间 T1) 111

[0071] 图像 2(曝光时间 T2) 112

[0072] :

[0073] 图像 N(曝光时间 TN)

[0074] 这里, $T1 < T2 \dots < TN$ 。

[0075] 图像处理单元 104 从成像装置 102 接收具有不同曝光时间 T1 至 TN 的 N 个图像,并且基于具有不同曝光时间的多个图像来生成输出图像 120。

[0076] 如上文所述,根据成像装置的入射光量来生成从成像装置输出的电信号。因而在某段曝光时间(长时间曝光)内,从与更明亮的被摄体对应的像素的光电转换元件输出的电信号可以达到饱和水平。结果是在该像素中输出饱和水平的电信号。因此,该像素变成其中灰度级差别未被识别的所谓白化像素。

[0077] 例如为了防止白化并获得具有被摄体辉度水平的输出,生成长时间曝光到短时间曝光的多个图像数据,并且在图像处理单元 104 中执行多个图像的合成处理,以获得输出图像 120。例如,针对被预测为在进行长时间曝光时达到饱和水平的像素进行如下处理,该

处理输出基于用于进行短时间曝光的数据来计算的像素值。

[0078] 此外,在与本申请相同的申请人的公开号为 2008-99158 的日本未审专利申请或者公开号为 2008-227697 的日本未审专利申请中公开了获取具有不同曝光时间的多个图像的处理。

[0079] 本发明例如涉及一种用于修正在合成多个图像(比如具有不同曝光时间的多个图像)以生成一个图像的图像合成处理中倾向于生成的伪色的配置。

[0080] 如上文所述,具有不同曝光量的多个图像变成在不同时刻拍摄的图像。因而例如如果被摄体在拍摄期间移动,则在图像合成时生成图像偏差。结果是在活动被摄体区域的图像区域中生成伪色,因此图像质量下降。

[0081] 此外,由于各种因素如拍摄条件变化(例如亮度变化)以及被摄体移动而生成伪色。

[0082] 图像处理单元 104 分析从成像装置 102 接收的图像,并且执行对检测的伪色像素的修正处理。下文将描述伪色修正处理的多个详细实施例。

[0083] 2. 关于图像处理装置的详细实施例

[0084] 根据本发明实施例的图像处理装置例如执行如下处理,该处理修正在通过合成在不同时刻拍摄的多个图像(比如具有不同曝光时间的多个拍摄图像)而生成的合成图像中生成的伪色。在根据本发明实施例的图像处理装置中执行的像素值修正的基本处理是如下处理,该处理设置要修正的伪色像素的邻近像素的像素值作为参考像素,并且使用参考像素的像素值来判定要修正的伪色像素的像素值。

[0085] 在根据本发明实施例的图像处理装置中,验证要修正的像素(伪色像素)的辉度,并且将具有与要修正的像素的辉度相接近的辉度的邻近像素的权重设置为大的,以进行要修正的像素的像素值判定处理。下文将描述用于进行伪色区域的修正处理的图像处理装置的多个详细实施例。此外在以下实施例中,图像处理装置的整体配置共同具有图 2 中所示的配置。然而以下实施例在图像处理单元 104 的详细配置和处理上有所不同。现在将依次描述其细节。

[0086] 2-1. 实施例 1

[0087] 首先将参考图 3 及其后续附图描述本发明实施例 1 的图像处理装置的配置和处理。如上文所述,根据本发明实施例的图像处理装置进行如下像素值修正处理,该处理着重于在修正伪色像素时要修正的伪色像素的辉度水平,验证要修正的邻近区域的预定参考区域的各像素的辉度,将具有与要修正的像素的辉度接近的辉度的作为重要度高的像素的邻近像素的权重设置为大的,并且基于参考区域附近的像素值来设置要修正的像素的像素值。

[0088] 例如,设置 XY 坐标平面上的像素位置为 (x, y) 。此外,将描述使用 Lab 颜色空间作为颜色空间例子的处理例子。

[0089] 位于像素位置 (x, y) 的像素的辉度 L 和色差 a、b 表达如下。

[0090] 辉度 L 为 $D_L(x, y)$ 。

[0091] 色差 a、b 为 $D_{a,b}(x, y)$ 。

[0092] 这里, $D_{a,b}(x, y) = D_a(x, y)$ 和 $D_b(x, y)$ 。

[0093] 在根据本发明实施例的图像处理装置中,获取作为要修正的像素(伪色像素)的

信号水平的辉度 D_L , 验证要修正的像素 (伪色像素) 的邻近像素的辉度, 并且从邻近像素搜寻辉度与要修正的像素 (伪色像素) 的辉度 D_L 接近的像素。辉度接近的像素是重要度高的像素, 并且设置这些像素的色差 $D_{a,b}$ 的权重为大的, 并判定要修正的像素 (伪色像素) 的像素值以便进行修正。

[0094] 在这一处理中, 由于不仅修正要修正的伪色像素以更接近真实像素值, 而且在活动被摄体中错误地判定为伪色像素的像素也使用邻近信号水平的邻近像素的像素值, 所以有可能获得更自然的图像并且减少不利影响。

[0095] 将参考图 3A 至 3C 描述原因。

[0096] 图 3A 至 3C 是如下图示, 其中水平轴表示像素位置, 并且竖直轴在图 3A 中表示在修正之前的色差分量 $D_{a,b}$ 、在图 3B 中表示在修正之前的辉度值 D_L 、而在图 3C 中表示在修正之后的色差分量 $D_{a,b}$ 。

[0097] 在水平轴的范围 p 至 q 到范围 r 至 s 的像素位置之中, 其中生成伪色的像素部分是像素部分 q 至 r 。在像素部分 q 至 r 中, 如图 3A 中所示, 色差分量 $D_{a,b}$ 没有与邻近部分 p 至 q 或者 r 至 s 的连续性并且突变 (broken)。也就是说, 估计生成伪色。

[0098] 然而即使在作为伪色生成像素位置来估计的像素部分 q 至 r 中, 如图 3B 中所示, 另一信号水平如辉度值 D_L 仍然具有与邻近部分 r 至 s 的连续性, 因此估计设置了正确辉度。

[0099] 伪色生成像素针对颜色分量 (在本实施例中为色差分量 $D_{a,b}$) 而不具有正确值。但是针对辉度分量 (在本实施例中为辉度值 D_L) 具有正确值。

[0100] 使用这些特性, 如图 3C 中所示, 执行如下像素值修正, 该像素值修正用于将伪色像素 q 至 r 的颜色分量 (在本实施例中为色差分量 $D_{a,b}$) 的信号值近似为辉度分量与伪色像素 q 至 r 的辉度分量 (在本实施例中为辉度值 D_L) 接近的邻近像素 r 至 s 的颜色分量 (在本实施例中为色差分量 $D_{a,b}$) 的信号值。

[0101] 将使用如下情况作为例子来描述这样的处理为何有效的原因, 在该情况下合成具有不同曝光时间的多个图像以便生成一个合成图像 (具有宽动态范围的图像)。

[0102] 在图 3A 至 3C 中, 水平轴表示像素位置。其中生成伪色的像素范围是部分 q 至 r 。

[0103] 伪色倾向于在合成处理中生成, 例如当部分 p 至 q 是从图像 1 选择的像素区域时, 部分 q 至 r 是从与图像 1 不同的图像 2 选择的图像区域, 并且部分 r 至 s 是从与图像 1 和 2 不同的图像 3 选择的图像区域。

[0104] 当通过合成不同图像来生成合成图像时, 进行基于图像的曝光时间来调节图像的辉度水平的处理。因而在整个合成图像内顺利调节辉度水平。然而可以在辉度调节时考虑颜色信息。因而如图 3A 中所示, 色差分量 $D_{a,b}$ 突变。对照而言, 如图 3B 中所示, 由于辉度值 D_L 受到图像之间的调节处理, 所以有可能获得高精度的信息。因而通过使用这一辉度信息来调节颜色信息 (例如在 Lab 颜色空间中的色差 ab), 进行图 3C 中所示修正处理。也就是说, 有可能通过应用具有接近于伪色区域的辉度值的辉度的邻近像素区域的颜色 (色差) 来恢复伪色区域的颜色 (色差)。

[0105] 在这一处理中, 由于不仅可以修正要修正的像素以更接近真实像素值, 而且即使在活动被摄体中的被错误地判定为伪色像素的像素中仍然使用邻近像素的色差 $D_{a,b}$ 来修正周围区域的辉度 D_L 的值, 所以有可能获得更自然的图像并且减少不利影响, 比如由于修正而引起的不协调感。

[0106] 在图 4 中示出了根据本发明实施例的图像处理装置的图像处理单元 104 的配置例子。如图 4 中所示,图像处理单元 104 具有合成图像生成单元 201、图像分析单元 202 和图像修正单元 203。

[0107] 合成图像生成单元 201 执行合成多个图像的处理以便生成合成图像。图像分析单元 202 通过图像分析来生成伪色判定图像。图像修正单元 203 接收合成图像和伪色判定图像,执行修正合成图像的伪色区域的处理,并且生成输出图像 102 和输出该输出图像 102。

[0108] 根据本发明实施例的图像处理装置的图像处理单元 104 执行合成多个图像的处理以便生成合成图像,并且修正在生成的合成图像中生成的伪色区域。

[0109] 合成图像生成单元 201 首先例如接收具有重叠区域的图像或者具有不同曝光时间的多个图像(例如如图 2 中所示的图像 111 至 113),并且进行如参考图 1 和图 2 所述的合成处理。例如,如果图像 111 至 113 是具有不同曝光时间的图像,则图像处理单元 104 的合成图像生成单元 201 例如接收以下图像。

[0110] 图像 1(曝光时间 T1) 111

[0111] 图像 2(曝光时间 T2) 112

[0112] :

[0113] 图像 N(曝光时间 TN)

[0114] 这里, $T1 < T2 \dots < TN$ 。

[0115] 合成图像生成单元 201 从图 2 中所示的成像装置 102 接收具有不同曝光时间 T1 至 TN 的 N 个图像,并且基于具有不同曝光时间的多个图像来生成合成图像。

[0116] 如上文所述,具有不同曝光量的多个图像变成在不同时刻拍摄的图像。因而例如如果被摄体在拍摄期间移动,则在图像合成时生成图像偏差。结果是在活动被摄体区域的图像区域中生成伪色,因此图像质量下降。此外,由于各种因素如拍摄条件变化(例如亮度变化)以及被摄体的移动而生成伪色。

[0117] 图 4 中所示的图像处理单元 104 的图像分析单元 202 通过对合成图像的图像分析来生成用于判定伪色像素区域的伪色判定图像。伪色判定图像例如是其中设置有如下标识值(例如标志(flag))的图像,该标识值表明是否估计配置合成图像的各像素为伪色像素。具体而言,例如如图 5 中所示,伪色判定图像是如下图像,在该图像中设置像素的标识信息,从而针对被估计为伪色的像素将标识标志设置成 0,并且针对未被估计为伪色的像素将标识标志设置成 1。

[0118] 图像分析单元 202 进行执行合成图像的图像分析并检测伪色像素的处理。作为检测伪色区域的处理,各种现有处理是可应用的。此外,在本申请人提交的公开号为 2009-288018 的日本专利申请公开中公开的如下处理可用作有效方法,该处理判定移动区域检测处理在合成图像中检测的移动区域为伪色像素区域。

[0119] 在公开号为 2009-288018 的日本专利申请公开中公开的合成图像中的移动区域检测处理中,进行通过拍摄时间 T1 的合成图像与时间 T2 的合成图像的对应像素值的比较处理(匹配处理)等来检测移动区域。在这种活动区域中很可能生成伪色。可以使用如下配置,该配置用于通过应用检测这样的移动区域的处理来检测伪色像素区域。由于本发明的主题是修正伪色像素的处理,因此检测伪色像素的处理可以使用各种现有方法。

[0120] 图 4 中所示的图像处理单元 104 的图像修正单元 203 接收合成图像生成单元 201

生成的合成图像和图像分析单元 202 生成的伪色判定图像,执行修正合成图像的伪色区域的处理,并且生成输出图像 120 和输出该输出图像 120。

[0121] 将描述图像修正单元 103 执行的修正伪色像素的处理。

[0122] 图像修正单元 203 首先要在要修正的伪色像素附近设置参考区域。参考区域例如是在要修正的伪色像素上的中心的 $n \times n$ 像素区域。可以不同地设置 n , 例如为 3 至 10。

[0123] 接着,图像修正单元 203 从要在要修正的伪色像素附近设置的参考区域检测非伪色像素和辉度值与要修正的伪色像素的辉度接近的像素。

[0124] 此外,使用检测到的像素作为重要像素,进行如下处理,该处理将参考区域的重要像素的权重设置为大的,并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0125] 通过这一修正,有可能修正伪色像素以接近真实像素值。

[0126] 将详细描述该处理的例子。如上文所述,在 XY 坐标平面上的像素位置被设置成 (x, y) 。此外,将描述使用 Lab 颜色空间作为颜色空间例子的处理例子。

[0127] 位于像素位置 (x, y) 的像素的辉度 L 和色差 a, b 表达如下:

[0128] 辉度 L 为 $D_L(x, y)$ 。

[0129] 色差 a, b 为 $D_{a,b}(x, y)$ 。

[0130] 作为合成图像的要修正的像素(像素位置 (x, y))的颜色信息的色差设置成 $D_{a,b}(x, y)$,并且在合成图像的要修正的像素附近的参考区域的参考像素(像素位置 $(x+i, y+j)$)的色差设置成 $N_{a,b}(x, y)$ 。这里, $D_{a,b}(x, y) = N_{a,b}(x, y)$ 。

[0131] 图像修正单元 203 根据等式 1 来计算色差 $R_{ab}(x, y)$,该色差 $R_{ab}(x, y)$ 是在修正配置合成图像的像素 (x, y) 之后的颜色信息。此外,针对辉度 $D_L(x, y)$,将输入图像的设置值设置成输出图像的辉度而不修正。

[0132] 等式 1

[0133]

$$R_{a,b}(x, y) = \frac{\sum_{j=-t_y}^{t_y} \sum_{i=-t_x}^{t_x} \mathbf{E}(i, j) \mathbf{C}(x, y, i, j) \mathbf{P}(x, y, i, j) N_{a,b}(x+i, y+j)}{\sum_{j=-t_y}^{t_y} \sum_{i=-t_x}^{t_x} \mathbf{E}(i, j) \mathbf{C}(x, y, i, j) \mathbf{P}(x, y, i, j)} \bar{\mathbf{E}}(x, y) + \mathbf{E}(x, y) D_{a,b}(x, y)$$

[0134]

$$\left(\text{如果 } \sum_{j=-t_y}^{t_y} \sum_{i=-t_x}^{t_x} \mathbf{E}(i, j) = 0 \quad R_{a,b}(x, y) = D_{a,b}(x, y) \right)$$

$$[0135] \quad \mathbf{C}(x, y, i, j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_c}} e^{-\frac{c(x, y, i, j)}{2\sigma_c^2}}$$

[0136]

$$c(x, y, i, j) = \sqrt{(D_L(x, y) - N_L(x+i, y+j))^2 + (D_a(x, y) - N_a(x+i, y+j))^2 + (D_b(x, y) - N_b(x+i, y+j))^2}$$

$$[0137] \quad \mathbf{P}(x, y, i, j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_p}} e^{-\frac{\sqrt{(x-i)^2 + (y-j)^2}}{2\sigma_p^2}}$$

[0138] 在等式 1 中, $E(i, j)$ 是伪色判定图像 (参见图 5), 其中如果像素 (i, j) 是伪色则输出 0, 如果伪色不存在则输出 1。 $c(x, y, i, j)$ (在 E 的上部上设置 $(-)$ 的数据, 如果其是 $E(i, j)$ 的相反值则输出 1 (也就是伪色), 如果伪色不存在则输出 0) 是 ΔLab , 该 ΔLab 表示辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 与辉度 $D_L(x+i, y+j)$ 和色差 $D_{a,b}(x+i, y+j)$ 之间的像素值差 (距离), 其中辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 二者均为 Lab 颜色空间中的像素 (x, y) 的像素值配置信息, 以及辉度 $D_L(x+i, y+j)$ 和色差 $D_{a,b}(x+i, y+j)$ 二者均为参考像素 $(x+i, y+j)$ 的像素值配置信息。

[0139] $C(x, y, i, j)$ 是 $c(x, y, i, j)$ 的高斯函数。例如其是根据图 6 中所示的高斯曲线来转换 $c(x, y, i, j) = \Delta Lab$ 的结果 $f(\Delta Lab)$ 。

[0140] 图 6 是示出了用于设置参考像素的权重系数的高斯函数的图。

[0141] $P(x, y, i, j)$ 是像素 (x, y) 与像素 $(x+i, y+j)$ 之间的空间间隔的高斯函数。例如其是根据图 6 中所示的高斯曲线来转换像素 (x, y) 与像素 $(x+i, y+j)$ 之间的空间间隔的结果。

[0142] 此外, 在各个高斯函数中包括的 σ 是高斯参数, 并且 t 是在 x 方向和 y 方向上的抽头数目。高斯参数被设置为大的, 有助于校正, 但是增加了不利影响。

[0143] 图像修正单元 203 根据等式 1 来计算色差 $R_{ab}(x, y)$, 该色差 $R_{ab}(x, y)$ 是在修正合成图像的要修正的像素 (x, y) 之后的输出像素的颜色信息。

[0144] 在等式 1 中, 进行如下处理: 设置非伪色像素 (在伪色判定图像中被设置成 1 的像素 (参见图 5)) 以及具有接近于色差 $D_{a,b}(x, y)$ 和 $D_L(x, y)$ 的像素值 Lab 的参考像素为重要像素, 其中色差 $D_{a,b}(x, y)$ 和 $D_L(x, y)$ 是来自在要修正的伪色像素附近的设置的参考区域的该伪色像素的像素值配置信息; 设置重要像素的权重为大的; 设置要修正的伪色像素附近的像素的权重为大的; 并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0145] 在等式 1 中, 根据接近于伪色像素的像素值配置信息 Lab 的像素值的权重对应于 $C(x, y, i, j)$, 并且根据伪色像素的距离的像素的权重对应于 $P(x, y, i, j)$ 。

[0146] 也就是说, 根据像素值相似度的权重系数 (相似度权重系数) 是 $C(x, y, i, j)$, 并且根据像素之间的距离的权重系数 (像素位置权重系数) 是 $P(x, y, i, j)$ 。这些权重成为根据图 7 中所示的高斯曲线的权重。

[0147] 图像修正单元 203 设置相似度权重系数 (其中与要修正的像素的像素值相接近的参考像素的像素值设置为大权重) 和像素位置权重系数 (其中与要修正的像素的像素位置相接近的参考像素的像素值设置为大权重)。根据各像素值配置信息的差来计算相似度权重系数。

[0148] 也就是说, 针对具有与色差 $D_{a,b}(x, y)$ 和 $D_L(x, y)$ (作为要修正的伪色像素的像素值配置信息) 相接近的像素值 (Lab) 的参考像素而设置大权重, 针对在要修正的伪色像素附近的参考像素而设置大权重, 应用设置的权重, 并且对参考区域中的多个像素的颜色信息 (色差 $N_{ab}(x+i, y+j)$) 进行加权求和, 以判定要修正的像素 (伪色像素) 的色值 (色差 $D_{ab}(x, y)$)。

[0149] 如上文所述, 针对辉度 $D_L(x, y)$, 将输入图像的设置值设置成输出图像的辉度而不进行修正。

[0150] 将参考图 8A 和 8B 描述在图像修正单元 203 处根据等式 1 计算色差 $R_{ab}(x, y)$ 的

处理,该色差 $R_{ab}(x, y)$ 是在修正合成图像的要修正的像素 (x, y) 之后的输出像素的颜色信息。

[0151] 图 8A 示出了在修正要修正的伪色像素 221 之前的图像,并且图 8B 示出了在修正要修正的伪色像素 221 之后的图像。

[0152] 在图 8A 中所示的例子中,包括要修正的伪色像素 221a 的邻近像素的 3×3 像素区域是参考区域。

[0153] 首先从图 8A 中所示的参考区域中选择非伪色像素(在伪色判定图像中被设置成 1 的像素(参见图 5))。

[0154] 在图 8A 中,仅将伪色像素设置成 0。未被设置成 0 的像素是非伪色像素。

[0155] 在图 8A 中所示的参考区域中,参考区域的除了要修正的伪色像素 221a 之外的八个像素之中的伪色像素仅为像素 223。

[0156] 因而,从图 8A 中所示的参考区域中的除了要修正的伪色像素 221 之外的八个像素中,除了伪色像素 223 之外的七个像素的像素值成为用来判定伪色像素 221 的像素值(色差 $D_{ab}(x, y)$)的参考像素。

[0157] 在等式 1 中使用七个参考像素的辉度 $N_L(x+i, y+j)$ 和七个参考像素的色差 $N_{ab}(x+i, y+j)$ 。

[0158] i 和 j 表示在要修正的伪色像素 221a 的坐标位置与参考像素之间的偏差,并且 N 表示像素编号。在这种情况下,由于该七个像素用作参考像素,所以使用七个像素信息 $N = 1$ 至 7。

[0159] 使用七个参考像素作为参考像素,根据等式 1 判定伪色像素 221 的像素值(色差 $D_{ab}(x, y)$)。

[0160] 进行如下处理:设置具有与色差 $D_{a,b}(x, y)$ 和 $D_L(x, y)$ 相接近的像素值 Lab 的参考像素的权重为大的,其中色差 $D_{a,b}(x, y)$ 和 $D_L(x, y)$ 是要修正的伪色像素 221a 的像素值配置信息;设置伪色像素 221 附近的参考像素的权重为大的;并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0161] 结果是如图 8B 中所示地生成其中伪色像素 221 的色差被修正的修正结果图像。在像素 221b 中,设置根据等式 1 计算的色差 $Rab(x, y)$ 。此外,辉度 $D_L(x, y)$ 等于在输入时的辉度而未被改变。

[0162] 此外,参考像素区域不限于 3×3 ,并且可以不同地设置成 5×5 、 7×7 等。参考区域取决于用于获取像素信息的滤波器的抽头数目。参考区域(也就是抽头中的所有像素)可以是伪色。然而在这种情况下优选的是放大参考区域。或者,可以进行输出处理而不修正输入时的色差。

[0163] 在上述实施例中,图像处理装置的图像修正单元 203 执行的处理被概括如下。

[0164] 图像修正单元 203 首先从在要修正的像素附近设置的参考区域中选择基于图像分析单元 202 生成的伪色像素信息而未被判定为伪色的非伪色像素,作为参考像素。

[0165] 接着,针对各参考像素设置相似度权重系数(其中与要修正的像素的像素值相接近的参考像素的像素值设置为大权重)和像素位置权重系数(其中与要修正的像素的像素位置相接近的参考像素的像素值设置为大权重)。

[0166] 接着,针对各参考像素的像素值,通过对相似度权重系数和像素位置权重系数进

行相乘和求和的加权求和处理来判定要修正的像素的修正像素值。

[0167] 通过执行这样的处理,有可能将伪色像素修正为具有原始正确像素值的像素。

[0168] 2-2. 实施例 2

[0169] 接着将参考图 9 描述根据本发明实施例 2 的图像处理装置的配置和处理。

[0170] 实施例 2 是如下处理的例子,该处理生成合成图像的缩小图像,并且应用该缩小图像以计算伪色像素的正确像素值。

[0171] 首先将参考图 9 描述本实施例的处理的概况。

[0172] 图 9A 中所示的图像 301 是包括要修正的伪色像素的合成图像 301。

[0173] 例如,如果针对合成图像 301 中包括的伪色像素 311 计算修正像素值,则进行如下处理:设置图 9A 中所示的参考区域 a312,并获取参考区域 a312 中包括的像素的伪色判定结果和像素值 Lab;并且进行应用实施例 1 中所述的等式 1 的像素值计算处理。

[0174] 在该处理中,根据参考区域 a312 中包括的像素数目的增加来增加处理量和计算量。

[0175] 例如,如图 9B 中所示,如果生成通过缩小合成图像 301 而获得的缩小图像 302 并且在缩小图像 302 的伪色像素附近设置参考区域 b322 以进行处理,则与在缩小之后参考区域 a312 中包括的像素数目相比有可能减少参考区域 b322 中包括的像素数目。

[0176] 因而,通过进行针对缩小图像计算修正像素值的处理,有可能减少处理量和计算量。

[0177] 类似于实施例 1,根据实施例 2 的图像处理装置具有图 2 中所示的配置。图像处理单元 104 的配置不同于实施例 1 的配置。在图 10 中示出了根据实施例 2 的图像处理单元 104 的配置例子。

[0178] 如图 10 中所示,图像处理单元 104 除了均进行与实施例 1 相同的处理的合成图像生成单元 201、图像分析单元 202 和图像修正单元 203 之外还包括缩小图像生成单元 331。

[0179] 合成图像生成单元 201、图像分析单元 202 和图像修正单元 203 基本上具有与实施例 1 相同的配置并且执行相同处理。图像修正单元 203 执行使用缩小图像和合成图像的处理。

[0180] 合成图像生成单元 201 执行合成多个图像的处理,以生成合成图像。

[0181] 缩小图像生成单元 331 执行缩小合成图像生成单元 201 生成的缩小合成图像的处理,以生成缩小图像。

[0182] 图像分析单元 202 通过对合成图像的图像分析来生成伪色判定图像。伪色判定图像是参考图 5 所述的用于区分伪色像素和非伪色像素的图像。

[0183] 图像修正单元 203 接收合成图像、缩小图像和伪色判定图像,执行修正合成图像的伪色区域的处理以生成修正的合成图像,生成输出图像 120 并输出该输出图像 120。

[0184] 图像修正单元 203 接收基于合成图像的缩小合成图像和图像分析单元 202 生成的与合成图像相对应的伪色判定图像,并且执行修正合成图像的伪色区域的处理。

[0185] 图像执行单元 203 执行的修正伪色像素的处理的基本处理模式等同于实施例 1 的基本处理模式。也就是说,在要修正的伪色像素附近设置参考区域,并且从设置的参考区域中检测非伪色像素和具有与要修正的伪色像素的辉度相接近的辉度值的像素。

[0186] 此外,使用检测的像素作为重要像素,进行如下处理:设置参考区域的重要像素的

权重为大的,并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0187] 在实施例 2 中,图像修正单元 203 通过以下方式进行该处理:从缩小图像获取等式 1 中的根据像素值的相似度的权重系数(相似度权重系数) $C(x, y, i, j)$ 、根据像素之间的距离的权重系数(像素位置权重系数) $P(x, y, i, j)$ 、以及参考像素的色差 $N_{ab}(x+i, y+j)$ 。

[0188] 将描述本实施例的图像修正单元 203 执行的修正像素值的详细处理的例子。

[0189] 将缩小之前的合成图像的像素位置设置成 (x, y) , 并且将缩小之后的缩小的合成图像的像素位置设置成 (X, Y) 。缩小图像相对于合成图像的缩小比为“Q”。例如,如果缩小图像是合成图像的 1/10, 则 $Q = 10$, 而如果缩小图像是合成图像的 1/50, 则 $Q = 50$ 。

[0190] 在这样的设置中,使用缩小之前的合成图像的像素位置 (x, y) 按照以下关系式来限定缩小的合成图像的像素位置 (X, Y) 。

[0191] $(X, Y) = (x/Q, y/Q)$

[0192] 即使在实施例 2 中,类似于实施例 1,图像修正单元 203 仍然进行如下处理:设置具有与 $D_L(X, Y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 相接近的像素值 L_{ab} 的参考像素的权重为大的,其中 $D_L(X, Y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 均为要修正的伪色像素的像素值配置信息;设置伪色像素附近的参考像素的权重为大的;并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0193] 位于合成图像的像素位置 (x, y) 处的像素的辉度 L 和色差 a, b 表示如下。

[0194] 辉度 L 为 $D_L(x, y)$ 。

[0195] 色差 a, b 为 $D_{a,b}(x, y)$ 。

[0196] 如下色差为 $D_{a,b}(x, y)$:该色差为合成图像的要修正的像素(像素位置 (x, y))的颜色信息。

[0197] 在合成图像的要修正的像素附近的参考区域的参考像素(像素位置 $(x+i, y+j)$)的色差为 $N_{a,b}(x, y)$ 。

[0198] 这里, $D_{a,b}(x, y) = N_{a,b}(x, y)$ 。

[0199] 图像修正单元 203 根据等式 2 来计算色差 $R_{ab}(x, y)$, 该色差 $R_{ab}(x, y)$ 为在修正配置合成图像的像素 (x, y) 之后的颜色信息。此外,针对辉度 $D_L(x, y)$, 将输入图像的设置值设置成输出图像的辉度而不进行修正。

[0200] 等式 2

$$[0201] \quad R_{a,b}(x, y) = \frac{\sum_{j=-t_y}^{t_y} \sum_{i=-t_x}^{t_x} C(X, Y, i, j) P(X, Y, i, j) N_{a,b}(X+i, Y+j)}{\sum_{j=-t_y}^{t_y} \sum_{i=-t_x}^{t_x} C(X, Y, i, j) P(X, Y, i, j)} \bar{E}(x, y) + E(x, y) D_{a,b}(x, y)$$

$$[0202] \quad C(X, Y, i, j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_c}} e^{-\frac{c(X, Y, i, j)}{2\sigma_c^2}}$$

$$[0203] \quad c(X, Y, i, j) = \sqrt{(D_L(X, Y) - N_L(X+i, Y+j))^2 + (D_a(X, Y) - N_a(X+i, Y+j))^2 + (D_b(X, Y) - N_b(X+i, Y+j))^2}$$

$$[0204] \quad P(X, Y, i, j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_p}} e^{-\frac{\sqrt{(X-i)^2 + (Y-j)^2}}{2\sigma_p}}$$

[0205] 在等式 2 中, $E(i, j)$ 是伪色判定图像 (参见图 5), 其中如果像素 (i, j) 为伪色则输出 0, 而如果该伪值不存在则输出 1。 $c(X, Y, i, j)$ (在 E 的上部上设置 $(-)$ 的数据, 如果其是 $E(i, j)$ 的相反值 (即, 伪值) 则输出 1, 而如果其不是伪值则输出 0) 是表示辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 与辉度 $D_L(X+i, Y+j)$ 和色差 $D_{a,b}(X+i, Y+j)$ 之间的像素值差 (距离) 的 ΔLab , 其中辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 二者均为 Lab 颜色空间中的像素 (x, y) 的像素值配置信息, 辉度 $D_L(X+i, Y+j)$ 和色差 $D_{a,b}(X+i, Y+j)$ 二者均为缩小参考像素 $(X+i, Y+j)$ 的像素值配置信息。

[0206] $C(X, Y, i, j)$ 是 $c(X, Y, i, j)$ 的高斯函数 (参见图 6 和图 7)。

[0207] $P(X, Y, i, j)$ 是位于针对缩小图像设置的伪色像素 (x, y) 的对应位置处的像素 (X, Y) 与像素 $(X+i, Y+j)$ 之间的空间间隔的高斯函数 (参见图 6 和图 7)。

[0208] 图像修正单元 203 根据等式 2 计算色差 $Rab(x, y)$, 该色差 $Rab(x, y)$ 是在修正合成图像的要修正的像素 (x, y) 之后的输出像素的颜色信息。

[0209] 在等式 2 中, 类似于应用于实施例 1 的等式 1, 进行如下处理: 设置非伪色像素 (伪色判定图像中被设置成 1 的像素 (参见图 5)) 以及具有与 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 相接近的像素值 Lab 的参考像素作为重要像素, 其中 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 二者均为来自要修正的伪色像素附近的设置的参考区域的该伪色像素的像素值配置信息; 设置重要像素的权重为大的; 设置要修正的伪色像素附近的像素的权重为大的; 并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0210] 如上文所述, 在实施例 2 中, 图像修正单元 203 通过从缩小图像获取等式 2 中包括的以下参数来进行该处理: 即, 根据像素值的相似度的权重系数 (相似度权重系数) $C(X, Y, i, j)$, 根据像素之间的距离的权重系数 (像素位置权重系数) $P(X, Y, i, j)$, 以及参考像素的色差 $N_{ab}(X+i, Y+j)$ 。

[0211] 通过从缩小图像获取参数, 如参考图 9 所述地, 有可能减少处理量和计算量, 以实现有效高速的处理。也就是说, 通过使用缩小图像, 即使当在大区域中生成伪色时, 仍有可能参考广泛范围的邻近像素而不增加用于从参考区域获取数据的抽头的数目, 明显减少计算量, 以及减少在硬件制造时的电路规模。

[0212] 2-3. 实施例 3

[0213] 接着将参考图 11 描述根据本发明实施例 3 的图像处理装置的配置和处理。

[0214] 在实施例 1 和 2 中, 用作用于获取参考像素的图像的包括要修正的伪色像素的合成图像的数目或其缩小图像的数目为一。也就是说, 参考图像数目为一。

[0215] 在下文中, 实施例 3 是其中应用至少两个参考图像的处理的例子。例如设置多个合成图像 (例如包括要修正的伪色像素的第一合成图像和基于在与第一合成图像的时刻不相同的时刻拍摄的图像的第二合成图像) 作为参考图像, 并且使用从在多个参考图像中设置的参考区域中获取的参考像素值来计算伪色像素的修正像素值。例如, 作为图 11 中所示的设置, 使用多个参考图像来计算要修正的图像的伪色的修正值。

[0216] 将描述将用于获取参考像素的参考图像设置成两个图像 (a) 和 (b) 的例子。

[0217] 使用两个参考图像: (a) 第一参考图像 = 包括作为要修正的像素的伪色图像的第一合成图像, 以及 (b) 第二参考图像 = 基于在第一合成图像之前的在先拍摄图像生成的第二合成图像的缩小图像, 将描述如下处理的例子: 该处理计算作为颜色信息的色差 $D_{a,b}(x,$

y) 的修正值 $R_{a,b}(x, y)$, 作为要修正的像素的像素值配置信息。

[0218] 类似于实施例 1 至 2, 根据实施例 3 的图像处理装置具有图 2 中所示的配置。图像处理单元 104 的配置不同于实施例 1 和 2 的配置。在图 12 中示出了根据实施例 3 的图像处理单元 104 的配置例子。

[0219] 如图 12 中所示, 除了均进行与实施例 1 相同的处理的合成图像生成单元 201、图像分析单元 202 和图像修正单元 203 以及类似于实施例 2 的用于生成缩小图像的缩小图像生成单元 331 之外, 图像处理单元 104 还包括用于暂时存储缩小图像的帧存储器 401。

[0220] 图像修正单元 203 接收要修正的合成图像。该合成图像是要修正的图像, 并且也是第一参考图像。

[0221] 图像修正单元 203 从帧存储器 401 接收基于由要修正的合成图像的在先时刻的拍摄处理生成的在先合成图像而生成的缩小图像。该缩小图像用作第二参考图像。

[0222] 合成图像生成单元 201、图像分析单元 202 和图像修正单元 203 基本上具有与实施例 1 相同的配置, 并且执行相同处理。图像修正单元 203 使用如下两个参考图像作为参考图像来进行该处理: (a) 第一参考图像=包括作为要修正的像素的伪色图像的第一合成图像, 以及 (b) 第二参考图像=基于在第一合成图像之前的在先拍摄图像生成的第二合成图像的缩小图像。

[0223] 图像分析单元 202 通过对合成图像的图像分析来生成伪色判定图像。伪色判定图像是参考图 5 所述的用于区分伪色像素和非伪色像素的图像。

[0224] 图像修正单元 203 接收合成图像、缩小图像和伪色判定图像, 执行修正合成图像的伪色区域的处理以生成修正的合成图像, 并且生成输出图像 120 和输出该输出图像 120。

[0225] 图像修正单元 203 执行的修正伪色像素的处理的基本处理模式等同于实施例 1 和 2 的基本处理模式。也就是说, 在要修正的伪色像素附近设置参考区域, 并且从设置的参考区域中检测非伪色像素和具有与要修正的伪色像素的辉度相接近平度值的像素。

[0226] 此外, 使用检测的像素作为重要像素, 进行如下处理: 该处理设置参考区域的重要像素的权重为大的, 并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0227] 在实施例 3 中, 从两个参考图像中提取参考像素。也就是说, 从如下两个参考图像获取参考像素的像素值: (a) 第一参考图像=包括作为要修正的像素的伪色图像的第一合成图像, 以及 (b) 第二参考图像=基于在第一合成图像之前的在先拍摄图像而生成的第二合成图像的缩小图像。

[0228] 将描述本实施例的图像执行单元 203 执行的修正像素值的处理的详细例子。

[0229] 根据设置的参数:

[0230] 要修正的像素的色差: $D_{a,b}(x, y)$,

[0231] 与合成图像相同的第一参考图像的像素位置 (x, y) 相距距离 (i, j) 的邻近像素的色差: $N1_{a,b}(x+i, y+j)$,

[0232] 与第二参考图像 (在不同时刻拍摄的合成图像的缩小图像 (缩小比 Q)) 的要修正的像素的对应像素位置 (X, Y) ($(X, Y) = (x/Q, y/Q)$) 相距距离 (i, j) 的邻近像素的色差: $N2_{a,b}(X+i, Y+j)$

[0233] 按照等式 3 计算在修正合成图像的要修正的像素之后的输出像素值 $R_{a,b}(x, y)$ 。此外, 针对辉度 $D_L(x, y)$, 将输入图像的设置值设置成输出图像的辉度而不进行修正。

[0234] 等式 3

[0235]

$$R_{a,b}(x,y) = \left(\begin{aligned} & v \frac{\sum_{j=-l_{1y}}^{l_{1y}} \sum_{i=-l_{1x}}^{l_{1x}} \mathbf{E}(i,j) \mathbf{C}_1(x,y,i,j) \mathbf{P}(x,y,i,j) N_{1a,b}(x+i,y+j)}{\sum_{j=-l_y}^{l_y} \sum_{i=-l_x}^{l_x} \mathbf{E}(i,j) \mathbf{C}_1(x,y,i,j) \mathbf{P}(x,y,i,j)} \\ & + w \frac{\sum_{j=-l_{2y}}^{l_{2y}} \sum_{i=-l_{2x}}^{l_{2x}} \mathbf{C}_2(X,Y,i,j) \mathbf{P}(X,Y,i,j) N_{2a,b}(X+i,Y+j)}{\sum_{j=-l_y}^{l_y} \sum_{i=-l_x}^{l_x} \mathbf{C}_2(X,Y,i,j) \mathbf{P}(X,Y,i,j)} \end{aligned} \right) \times \bar{\mathbf{E}}(x,y) + \mathbf{E}(x,y) D_{a,b}(x,y)$$

[0236]

$$R_{a,b}(x,y) = \left(\begin{aligned} & \text{如果 } \sum_{j=-l_y}^{l_y} \sum_{i=-l_x}^{l_x} \mathbf{E}(i,j) = 0 \\ & \frac{\sum_{j=-l_{2y}}^{l_{2y}} \sum_{i=-l_{2x}}^{l_{2x}} \mathbf{C}_2(X,Y,i,j) \mathbf{P}(X,Y,i,j) N_{2a,b}(X+i,Y+j)}{\sum_{j=-l_y}^{l_y} \sum_{i=-l_x}^{l_x} \mathbf{C}_2(X,Y,i,j) \mathbf{P}(X,Y,i,j)} \end{aligned} \right) \bar{\mathbf{E}}(x,y) + \mathbf{E}(x,y) D_{a,b}(x,y)$$

$$[0237] \quad \mathbf{C}_1(x,y,i,j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_c}} e^{-\frac{c_1(x,y,i,j)}{2\sigma_c^2}}$$

$$[0238] \quad c_1(x,y,i,j) = \sqrt{(D_L(x,y) - N_{1L}(x+i,y+j))^2 + (D_a(x,y) - N_{1a}(x+i,y+j))^2 + (D_b(x,y) - N_{1b}(x+i,y+j))^2}$$

$$[0239] \quad \mathbf{C}_2(X,Y,i,j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_c}} e^{-\frac{c_2(X,Y,i,j)}{2\sigma_c^2}}$$

$$[0240] \quad c_2(X,Y,i,j) = \sqrt{(D_L(X,Y) - N_{2L}(X+i,Y+j))^2 + (D_a(X,Y) - N_{2a}(X+i,Y+j))^2 + (D_b(X,Y) - N_{2b}(X+i,Y+j))^2}$$

$$[0241] \quad \mathbf{P}(x,y,i,j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_p}} e^{-\frac{\sqrt{(x-i)^2 + (y-j)^2}}{2\sigma_p}}$$

[0242] 在等式 (vp+wq) (作为在修正等式 3 之后的输出像素值 $R_{a,b}(x,y)$ 的计算等式的前一半的项) 中, v、w (v+w = 1) 是参考图像的权重且使用预定值。

[0243] p 是在修正实施例 1 的等式 1 之后的输出像素值 $R_{a,b}(x,y)$ 的计算等式的前一半的该项的相等等式。

[0244] q 是修正实施例 2 的等式 2 之后的输出像素值 $R_{a,b}(x,y)$ 的计算等式的前一半的该项的相等等式。

[0245] 这里, 在 (vp+wq) 中, 根据从与要修正的图像相同的合成图像 (第一参考图像) 中选择的参考像素计算 p, 并且根据从与要修正的图像不同的合成图像的缩小图像 (第二参考图像) 中选择的参考像素计算 q。

[0246] 其它参数是在实施例 1 和 2 中描述的不同参数。

[0247] $E(i, j)$ 是伪色判定图像 (参见图 5), 其中如果像素 (i, j) 为伪色则输出 0, 而如果伪值不存在则输出 1。(在 E 的上部上设置 $(-)$ 的数据, 如果其是 $E(i, j)$ 的相反值则输出 1 (也就是伪色), 而如果伪色不存在则输出 0。)

[0248] $c(x, y, i, j)$ 是表示辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 与辉度 $D_L(x+i, y+j)$ 和色差 $D_{a,b}(x+i, y+j)$ 之间的像素值差 (距离) 的 ΔLab , 其中辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 二者均为 Lab 颜色空间中的像素 (x, y) 的像素值配置信息, 辉度 $D_L(x+i, y+j)$ 与色差 $D_{a,b}(x+i, y+j)$ 二者均为第一参考像素 $(x+i, y+j)$ 的像素值配置信息。

[0249] $C(x, y, i, j)$ 是 $c(x, y, i, j)$ 的高斯函数 (参见图 6 和图 7)。

[0250] $P(x, y, i, j)$ 是第一参考图像的像素 (x, y) 和像素 $(x+i, y+j)$ 之间的空间间隔的高斯函数 (参见图 6 和图 7)。

[0251] $c(X, Y, i, j)$ 是表示辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 与辉度 $D_L(X+i, Y+j)$ 与色差 $D_{a,b}(X+i, Y+j)$ 之间的像素值差 (距离) 的 ΔLab , 其中辉度 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 二者均为 Lab 颜色空间中的像素 (x, y) 的像素值配置信息, 辉度 $D_L(X+i, Y+j)$ 和色差 $D_{a,b}(X+i, Y+j)$ 二者均为第二参考图像的缩小像素像素 $(X+i, Y+j)$ 的像素值配置信息。

[0252] $C(X, Y, i, j)$ 是 $c(X, Y, i, j)$ 的高斯函数 (参见图 6 和图 7)。

[0253] $P(X, Y, i, j)$ 是位于针对第二参考图像 (缩小图像) 设置的伪色像素 (x, y) 的对应位置处的像素 (X, Y) 与像素 $(X+i, Y+j)$ 之间的空间间隔的高斯函数 (参见图 6 和图 7)。

[0254] 此外如上文所述, $v, w (v+w = 1)$ 是参考图像的权重且使用预定值。

[0255] 图像修正单元 203 根据等式 3 计算色差 $R_{ab}(x, y)$, 该色差 $R_{ab}(x, y)$ 是在修正合成图像的要修正的像素 (x, y) 之后的输出像素的颜色信息。

[0256] 在等式 3 中, 类似于应用于实施例 1 和 2 的等式 1, 进行如下处理: 设置非伪色像素 (伪色判定图像中被设置成 1 的像素 (参见图 5)) 以及具有与 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 相接近的像素值 Lab 的参考像素为重要像素, 其中 $D_L(x, y)$ 和色差 $D_{a,b}(x, y)$ 二者均为来自要修正的伪色像素附近的设置的参考区域的该伪色像素的像素值配置信息; 设置重要像素的权重为大的; 设置要修正的伪色像素附近的像素的权重为大的; 并且基于参考区域的像素的像素值来计算伪色像素的修正像素值。

[0257] 如上文所述, 在实施例 3 中, 图像修正单元 203 通过应用多个不同参考图像来计算修正像素值。通过增加参考图像, 有可能增加修正值的精确度。

[0258] 此外, 虽然在参考图 12 描述的处理例子中, 在先图像被称为缩小图像, 但是可以使用如下配置, 该配置用于: 设置包括要修正的像素的第一合成图像为第一参考图像而不进行缩小处理, 设置不包括要修正的像素的第二合成图像为第二参考图像而不进行缩小, 并且从图像获取参考像素以计算修正像素值。

[0259] 可以使用一种用于进行设置三个或更多个不同图像作为参考图像的处理的配置。

[0260] 3. 关于生成缩小图像的处理的例子

[0261] 如在实施例 2 和 3 中所述, 通过设置用于判定伪色像素的像素值的参考图像为缩小图像, 有可能执行有效处理。

[0262] 下文将描述生成缩小图像的处理的详细处理例子。

[0263] 将参考图 13 和图 14 描述生成缩小图像的处理的例子。

[0264] 图 13 示出了生成一般的缩小图像的处理的例子, 并且图 14 示出了根据本发明一

个实施例的考虑到存在伪色的生成缩小图像的处理的例子。

[0265] 首先在图 13 中示出了相关技术的生成缩小图像的处理的例子。

[0266] 在图 13A1 中示出了将 6×6 个像素缩小成 2×2 个像素的处理的例子。也就是说，其是将原始图像的 3×3 个像素缩小成缩小图像的一个像素的处理的例子。

[0267] 将 6×6 个像素的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块 501 设置为缩小图像的像素 502。

[0268] 将参考图 13A2 描述相关技术的缩小处理中的设置像素值的处理。将描述设置 2×2 个像素的缩小图像的右上侧的像素 502 的像素值的例子。

[0269] 如图 13A2 中所示，将缩小图像的右上侧的像素 502 的像素值设置为配置 6×6 个像素的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块 501 的 9 个像素的像素值的平均值。

[0270] 按照等式 5 表达一般缩小图像的像素值的计算等式。

[0271] 缩小处理生成尺寸为原始图像的尺寸的 $1/n$ 的缩小图像。

[0272] 将缩小图像的像素位置 (i, j) 的像素的像素值设置为 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。这时，按照等式 4 计算缩小图像的像素位置 (i, j) 的像素的像素值 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。

[0273] 等式 4

$$[0274] \quad P_{L,a,b}(i, j) = \frac{1}{n^2} \sum_{k,l=ni}^{n(i+1)-1} P_{L,a,b}(k, l)$$

[0275] 在上述等式中， i, j 是表示缩小图像的像素位置的坐标且分别表示在 x 方向和 y 方向上的像素位置。 $P_{L,a,b}(k, l)$ 对应于在缩小之前的原始图像的配置像素的像素值，并且在图 13A2 中所示的例子中是在缩小之前的 $3 \times 3 = 9$ 个像素的像素值。在图 13A2 中所示的例子中，例如当在缩小之前的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块 501 中包括的像素的像素值为 a, b, c, d, e, f, g, h 和 i 时，按照以下等式计算缩小图像的像素 502 的像素值 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。

$$[0276] \quad P_{L,a,b}(i, j) = (1/9)a + (1/9)b + (1/9)c + (1/9)d + (1/9)e + (1/9)f + (1/9)g + (1/9)h + (1/9)i$$

[0277] 按照上述等式计算缩小图像的像素值 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。

[0278] 然而，当按照平均值设置像素值时，在包括伪色的图像中，在设置于缩小图像中的像素值中留下伪色的影响。在本发明中，如图 14 中所示，当生成缩小图像时，考虑到伪色存在于各像素中，生成其中伪色的影响被减少的缩小图像。

[0279] 即使在图 14 中，如参考图 13 所述地，如图 14B1 中所示，仍然示出了将 6×6 个像素缩小成 2×2 个像素的处理的例子。也就是说，其是将原始图像的 3×3 个像素缩小成缩小图像的一个像素的处理的例子。

[0280] 将 6×6 个像素的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块 521 设置为缩小图像的像素 523。

[0281] 在 6×6 个像素的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块 521 中包括一个伪色像素 522。

[0282] 如图 14B2 中所示地进行根据本发明实施例的生成缩小图像的处理的像素值的设置。

[0283] 如图 14B2 中所示,判定配置 6×6 个像素的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块 521 的 9 个像素中的各像素是伪色像素还是非伪色像素。此外,作为判定信息,例如可以使用实施例 1 至 3 中所述的图像处理单元 104 中的图像分析单元 202 生成的伪色判定信息。

[0284] 接着,针对在 6×6 个像素的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块中包括的各像素,设置该块中的各像素的权重,即,根据该像素是否为伪色而将其设置成不同值。具体而言,如果该像素是伪色像素则设置权重为小的,而如果该像素是非伪色像素则设置权重为大的。在附图中所示的例子中,设置权重如下。

[0285] 伪色像素 = $(1/81)$

[0286] 非伪色像素 = $(10/81)$

[0287] 接着,通过对将 6×6 个像素的原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块中包括的像素的像素值 $P(x, y)$ 乘以权重 $k(x, y)$ 所获得的值进行求和来判定缩小图像的像素值。也就是说,通过如下加权求和来设置缩小图像的配置像素的像素值:在该加权求和中考虑原始图像的块中的各像素的伪色而设置权重。

[0288] 按照等式 5 表示根据本发明实施例的缩小图像的像素值的计算等式。缩小处理生成尺寸为原始图像的尺寸的 $1/n$ 的缩小图像。将缩小图像的像素位置 (i, j) 的像素的像素值设置为 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。

[0289] 这时按照等式 5 计算缩小图像的像素位置 (i, j) 的像素的像素值 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。

[0290] 等式 5

$$[0291] \quad P_{L,a,b}(i, j) = \frac{1}{\text{num}} \sum_{k,l=ni}^{n(i+1)-1} P_{L,a,b}(k, l) E(k, l)$$

[0292] 在上述等式中, i, j 是表示缩小图像的像素位置的坐标且分别表示在 x 方向和 y 方向上的像素位置。

[0293] $P_{L,a,b}(k, l)$ 对应于在缩小之前的原始图像的配置像素的像素值,并且在图 14B2 中所示的例子中是在缩小之前的 $3 \times 3 = 9$ 个像素的像素值。

[0294] $E(k, l)$ 是伪色判定图像(参见图 5),其中如果在缩小之前的原始图像的配置像素的像素 (k, l) 则输出 0,而如果伪色不存在则输出 1。

[0295] num 是 Σ 中的 $E(k, l) = 1$ 的数目。

[0296] 此外,如果与缩小图像的一个像素相对应的原始图像的整个像素块区域是伪色并且 $\text{num} = 0$,则作为例外处理而应用相邻块的像素值或者进行计算一般平均值等的处理。

[0297] 在图 14B2 中所示的例子中,例如当在原始图像的右上侧的 3×3 个像素的块 521 中包括的像素的像素值为 a, b, c, d, e, f, g, h (=伪色)和 i 时,按照以下等式计算缩小图像的像素 523 的像素值 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。 $P_{L,a,b}(i, j) = (10/81)a + (10/81)b + (10/81)c +$

[0298] $(10/81)d + (10/81)e + (10/81)f + (10/81)g + (1/81)h + (10/81)i$

[0299] 按照上述等式,计算缩小图像的像素值 $P_{L,a,b}(i, j)$ 。

[0300] 在计算缩小图像的像素值的处理时,通过设置伪色像素的权重低于非伪色像素的权重(例如 $1/10$),有可能减少伪色像素对缩小图像的配置像素的像素值的影响并生成其中伪色的影响被减少的高质量缩小图像。因此当参考图像用于修正时,更适当地进行修正。

[0301] 此外,参考图 14 描述的生成缩小图像的处理例如可应用于实施例 2 和 3 的缩小图像生成单元 331 中的生成缩小图像的处理。

[0302] 此外例如可以使用如下配置：在该配置中，实施例 2 和 3 中的缩小图像生成单元 331 在生成缩小图像之后进行针对缩小图像的色差分量进行低通滤波的处理。通过将低通滤波应用于缩小图像以转换缩小图像的像素值，如果高频分量被缩小且从缩小图像获取的参考像素的像素值中存在与周围区域大大不同的极值，则有可能减少其影响、减少由于运用错误像素值作为参考像素值而产生的影响、以及高精度地进行修正处理。此外，即使当进行缩小的处理而不考虑伪色时（参见图 13），仍然有可能通过进行低通滤波来实现使伪色部分变模糊而不明显。

[0303] 4. 关于应用不同颜色空间的处理的例子

[0304] 虽然在上述例子中描述了应用 Lab 颜色空间作为颜色空间的处理例子，但是本发明不限于 Lab 颜色空间，并且可以在应用其它颜色空间的情况下使用。

[0305] 在实施例 1 至 3 中，合成图像的各配置像素具有与 Lab 颜色空间相对应的像素值。也就是说，各像素具有作为像素值的配置信息的辉度信息 L 和色差 ab（颜色信息）。将描述如下情况：要修正的图像不具有与 Lab 颜色空间相对应的像素值，且具有例如与 YCbCr 颜色空间相对应的像素信息。

[0306] 如果用于 YCbCr 颜色空间的像素值信息被用作要修正的图像的各像素的像素值，则可以使用 YCbCr 的 Cb 值和 Cr 值而不是色差（与 Lab 颜色空间相对应的颜色信息）。此外，可以使用 YCbCr 的 Y 值而不是 L（与 Lab 颜色空间相对应的辉度信息）。此外，作为像素值差，可以使用 $\Delta YCbCr$ 而不是 ΔLab 。

[0307] 5. 关于其它变型实施例

[0308] 接着将描述实施例 1 至 3 的其它变型处理例子。

[0309] 5-1. 计算权重系数的处理的变型例

[0310] 在实施例 1 至 3 中，例如如果设置如下权重系数：根据像素值相似度的权重系数（相似度权重系数） $C(x, y, i, j)$ 和根据像素之间的距离的权重系数（像素位置权重系数） $P(x, y, i, j)$ ，则如参考图 6 和图 7 所述地通过应用高斯函数来设置权重。

[0311] 在实施例 1 至 3 中，例如如果计算根据像素值相似度的权重系数（相似度权重系数） $C(x, y, i, j)$ ，则与高斯函数相对应的输入使用要修正的伪色像素和参考像素的像素值且在实施例中还使用表示 Lab 差（距离）的范数（norm）。

[0312] 具体而言，等式 6 中所示的范数用作高斯函数的输入。

[0313] 等式 6

$$[0314] \quad \sqrt{(D_L(x, y) - D_L(x', y'))^2 + (D_a(x, y) - D_a(x', y'))^2 + (D_b(x, y) - D_b(x', y'))^2}$$

[0315] 作为对这一范数的替代，可以应用等式 7 中所示的差的绝对值距离。

[0316] 等式 7

$$[0317] \quad |D_L(x, y) - D_L(x', y')| + |D_a(x, y) - D_a(x', y')| + |D_b(x, y) - D_b(x', y')|$$

[0318] 此外，如果设置如下权重系数：根据像素值相似度的权重系数（相似度权重系数） $C(x, y, i, j)$ 和根据像素之间的距离的权重系数（像素位置权重系数） $P(x, y, i, j)$ ，则如参考图 6 和图 7 所述地应用高斯函数。然而作为对高斯函数的替代，可以使用如下配置，该配置用于使用表明图 15 中所示的近似虚线的函数或者固定值来进行近似处理并计算权重系数。通过按照简单函数进行近似，有可能减少计算量。

[0319] 5-2. 修正辉度值的处理的例子

[0320] 在上述实施例中,在伪色的修正处理时,仅将作为 Lab 颜色空间的颜色信息的色差 ab 设置为要改变的被摄体,而不将辉度信息 L 设置为要修正的被摄体。

[0321] 在实施例 1 至 3 的处理中,可以改变除了色差 ab 之外的像素信息,比如辉度信息 L。

[0322] 优选地,根据要修正的图像的属性来进行关于是否进行这一处理的判定。

[0323] 例如,要修正的图像包括如下四个类型:

[0324] 1:辉度正确并且色差也正确。

[0325] 2:辉度错误,但是色差正确

[0326] 3:辉度正确,但是色差错误,以及

[0327] 4:辉度错误并且色差也错误。

[0328] 实施例 1 至 3 有助于情况 3,即,“辉度正确、但是色差错误”的情况。

[0329] 在情况 1 中,修正处理是不必要的,并且在情况 3 中,实施例 1 至 3 的处理是优选的。在情况 2 和 4 中,优选地执行修正辉度的处理。

[0330] 5-3. 将模糊处理应用于修正的图像的处理

[0331] 虽然在实施例 1 至 3 中输出受到伪色修正的图像作为最终的处理后的图像,但是可以使用如下配置:该配置用于针对受到伪色修正的修正图像使用低通滤波来进行模糊处理。此外,将低通滤波的应用位置仅设置成执行伪色修正的像素部分。通过使用低通滤波来减少由要修正的图像中的色差引起的不协调感。此外,低通滤波可以仅用于色差分量。

[0332] 至此参考具体实施例详细描述了本发明。然而清楚的是本领域技术人员可以修改和替换实施例而不脱离本发明的范围。也就是说,由于示例性地公开本发明,所以限制性地分析本发明。考虑权利要求来判定本发明的范围。

[0333] 在说明书中描述的连串处理可以通过硬件、软件或者其组合来执行。如果处理由软件执行,则具有记录于其中的处理流程的程序可以安装于专用硬件组装于其中的计算机的存储器中或者可以安装于用于执行各种处理的通用计算机中以便被执行。例如,程序可以预先记录于记录介质上。并且除了从记录介质安装到计算机之外,还可以通过网络如局域网 (LAN) 或因特网接收程序,并且可以在记录介质如内置硬盘上安装程序。

[0334] 此外,除了时序执行之外还可以按照需要或者根据用于执行说明书中描述的各种处理的装置的处理能力来并行地或者个别地执行处理。在本说明书中,系统是多个装置的逻辑集合,而不限于具有相应配置的装置被包括在相同设备中的系统。

[0335] 本申请包含与在通过引用将全部内容结合于此的以下专利申请中公开的主题内容相关的主题内容:于 2010 年 3 月 2 日向日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2010-044944,以及于 2009 年 9 月 18 日向日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2009-216530。

[0336] 本领域技术人员应当理解,根据设计要求和其它因素可以出现各种变型、组合、再组合和变更,只要所述变型、组合、再组合和变更在所附权利要求或者其等效含义的范围内。

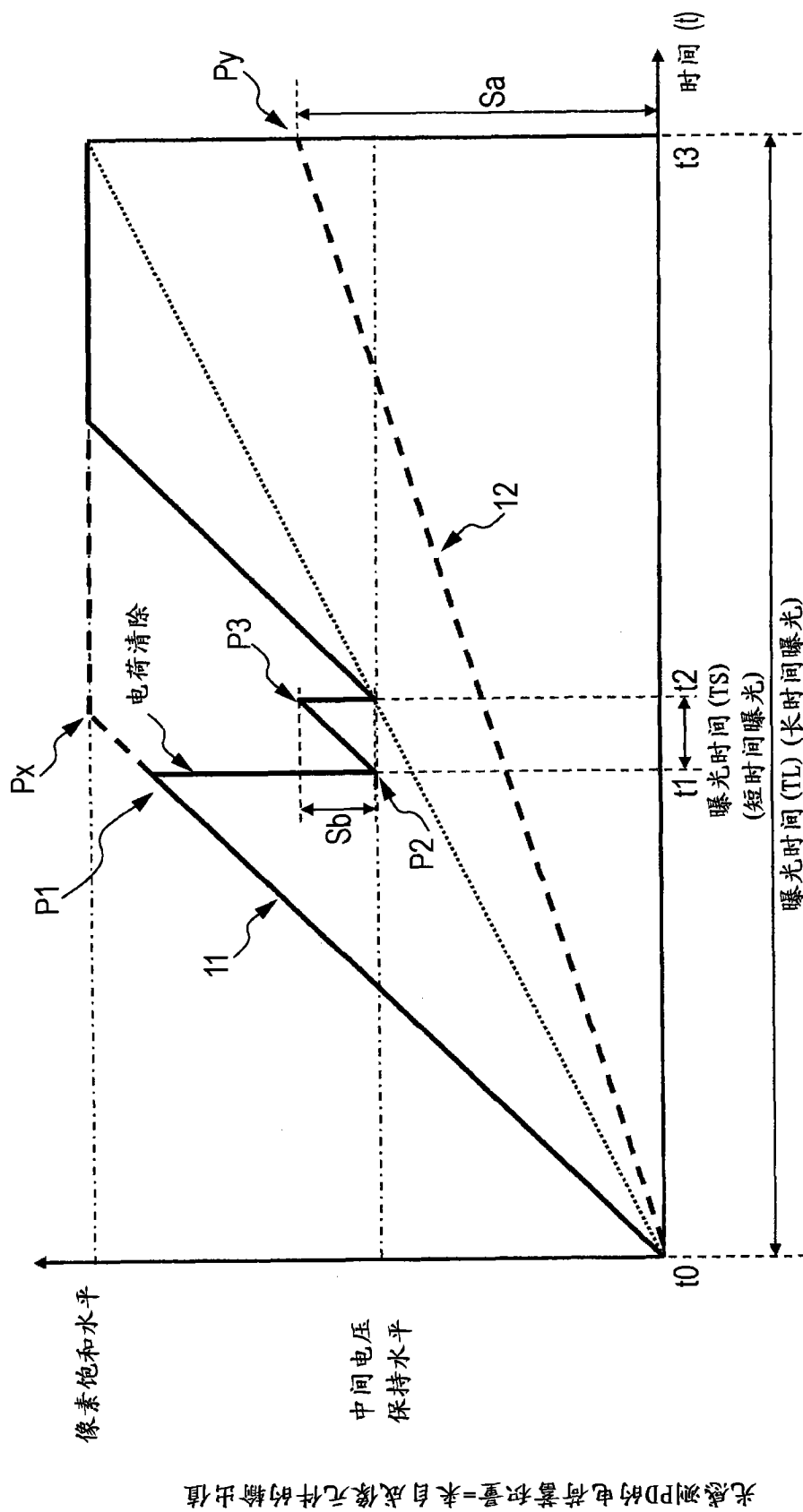


图 1

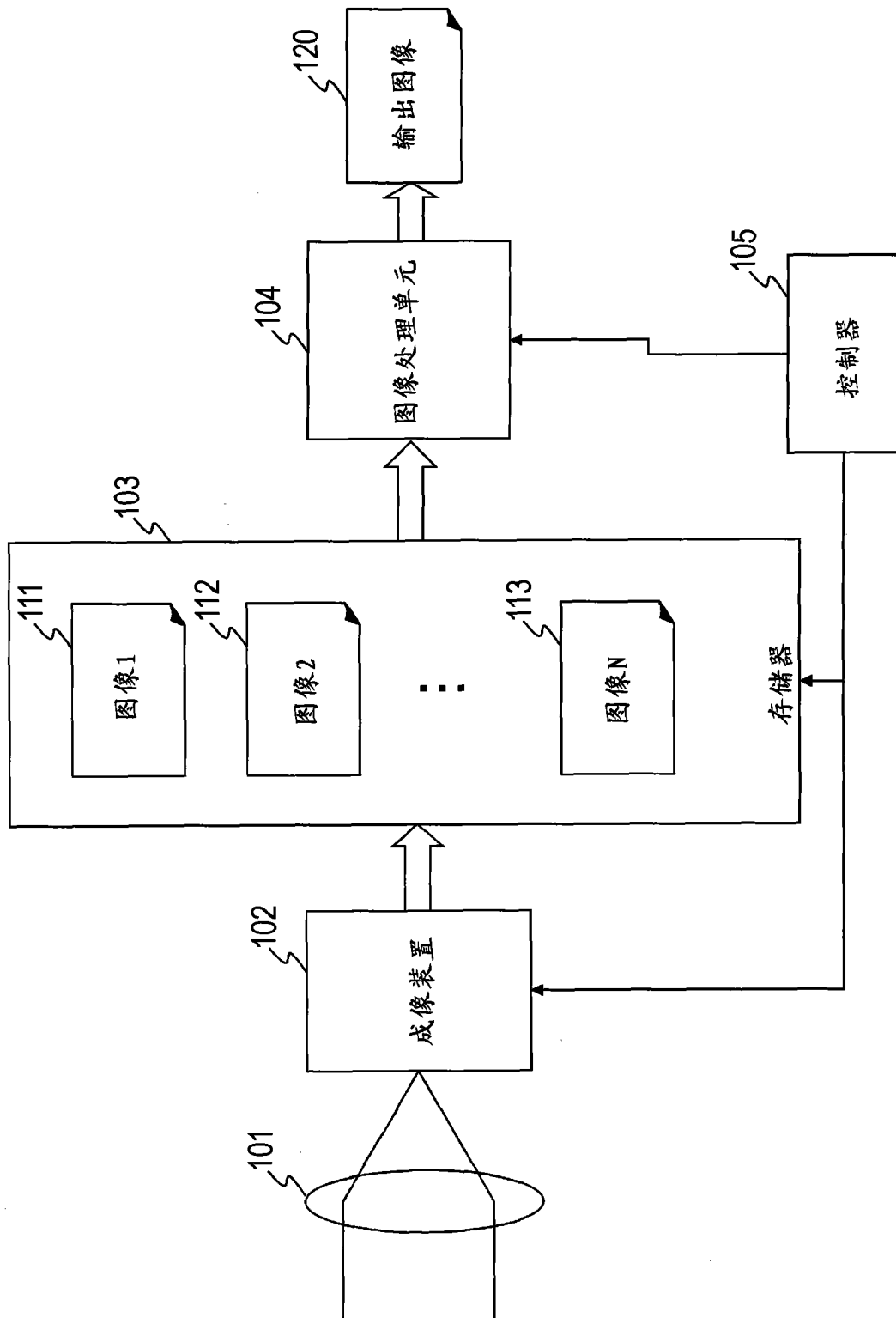


图 2

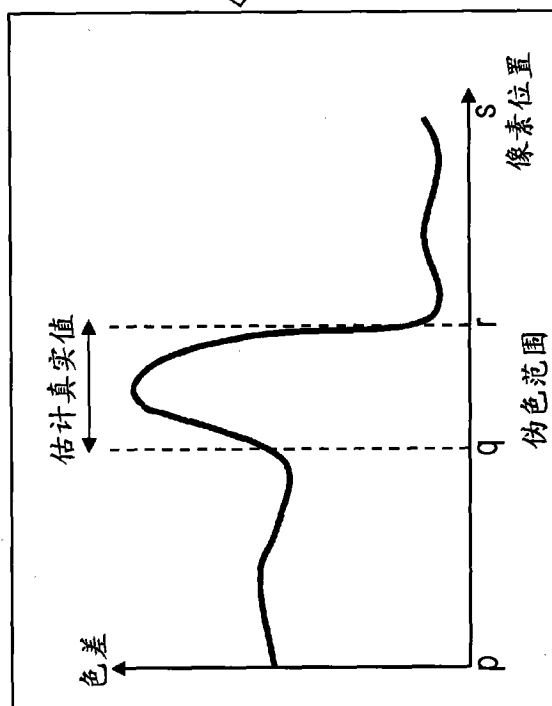


图 3A

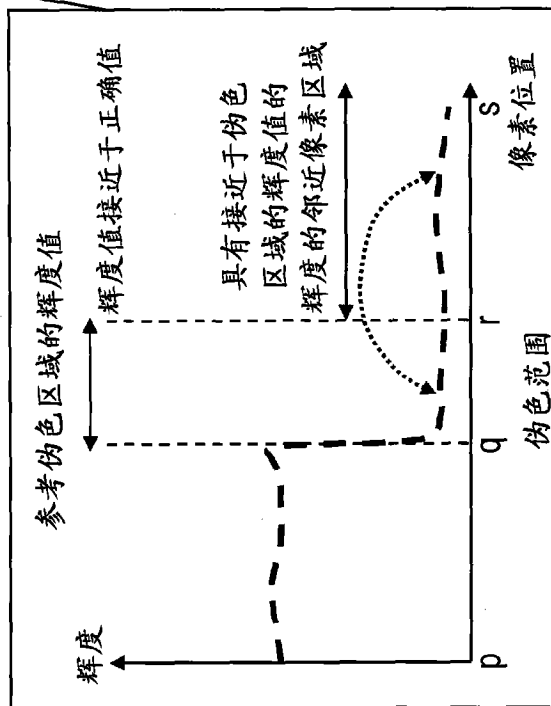


图 3B

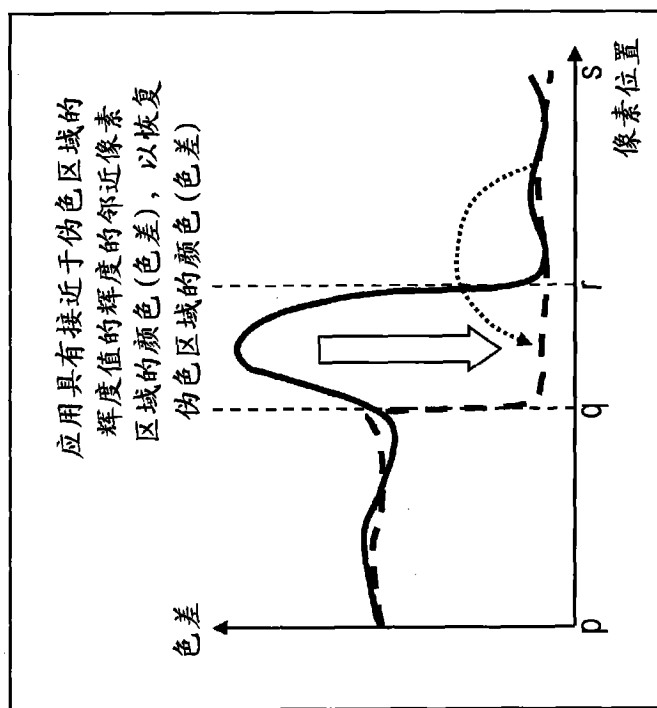
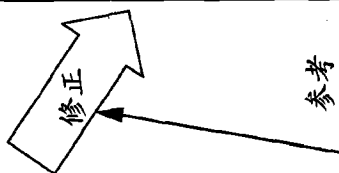


图 3C



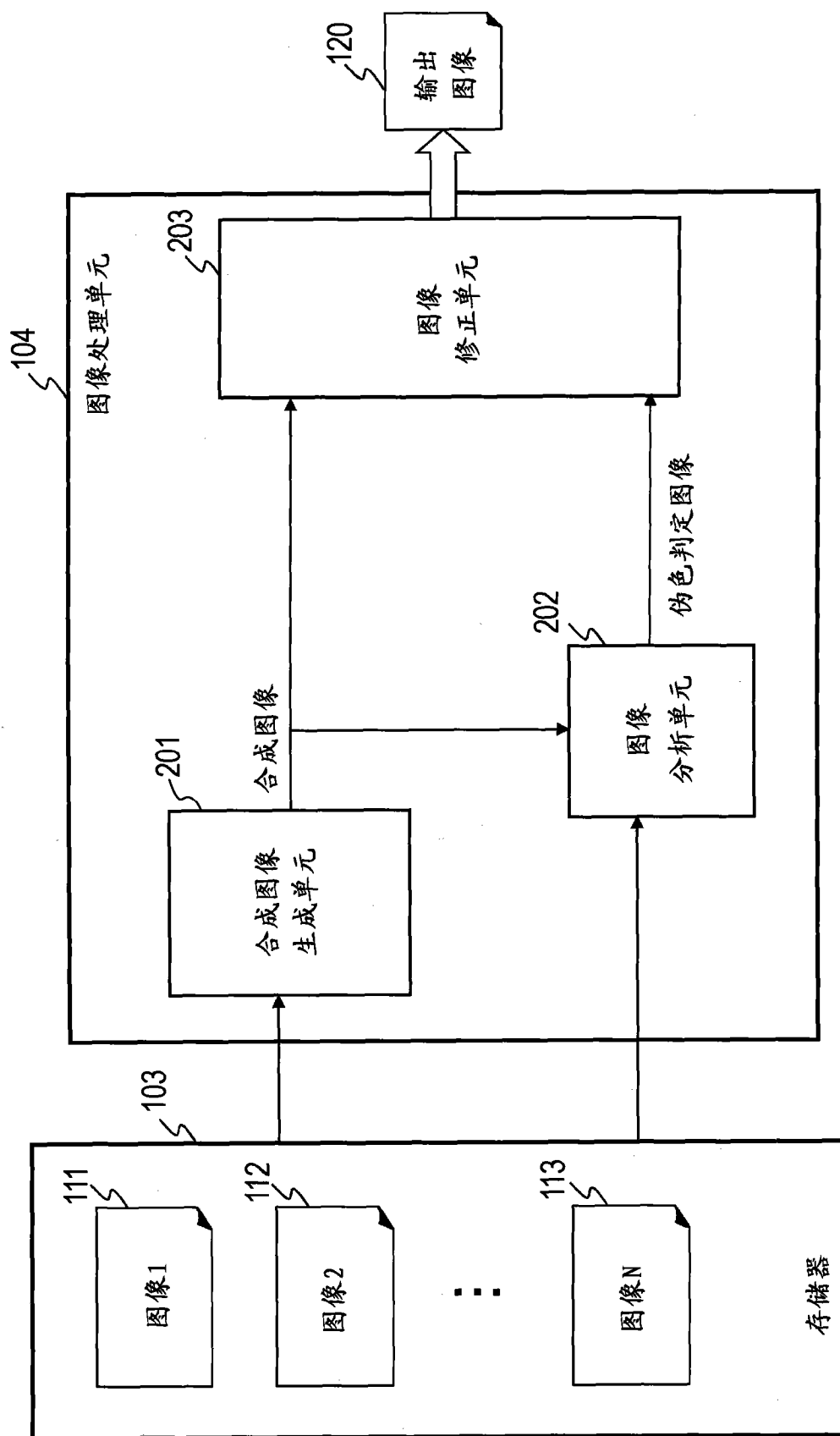


图 4

1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

图 5

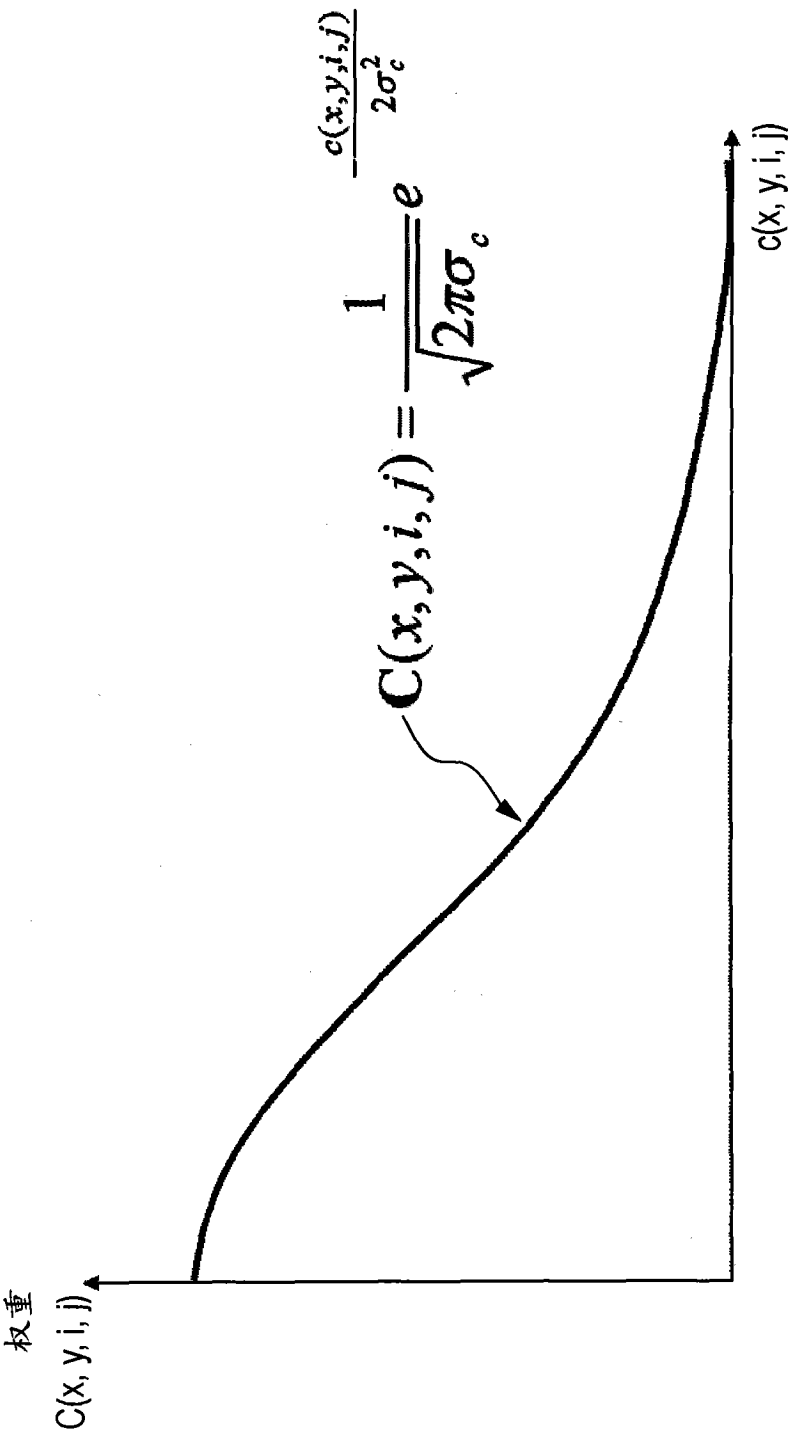


图 6

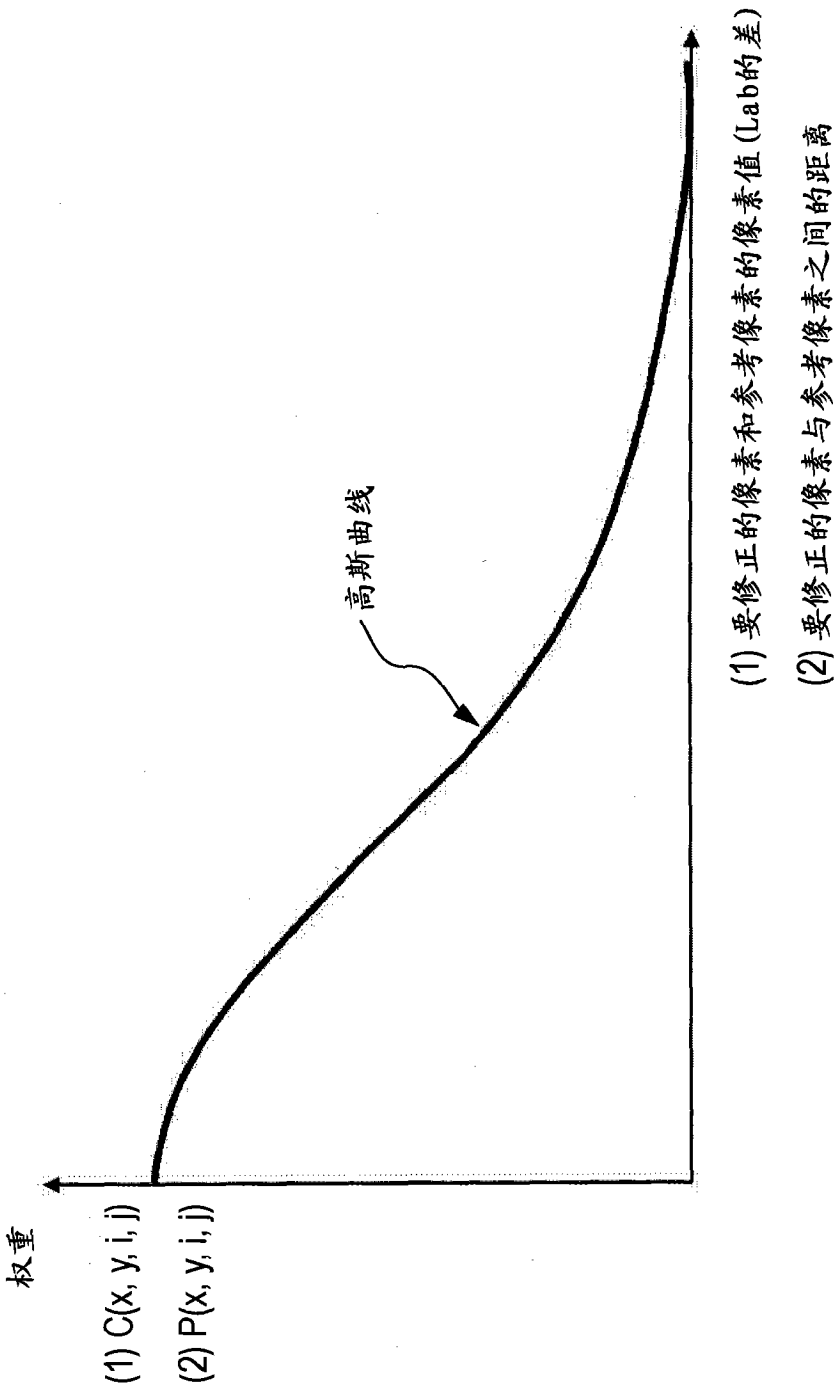


图 7

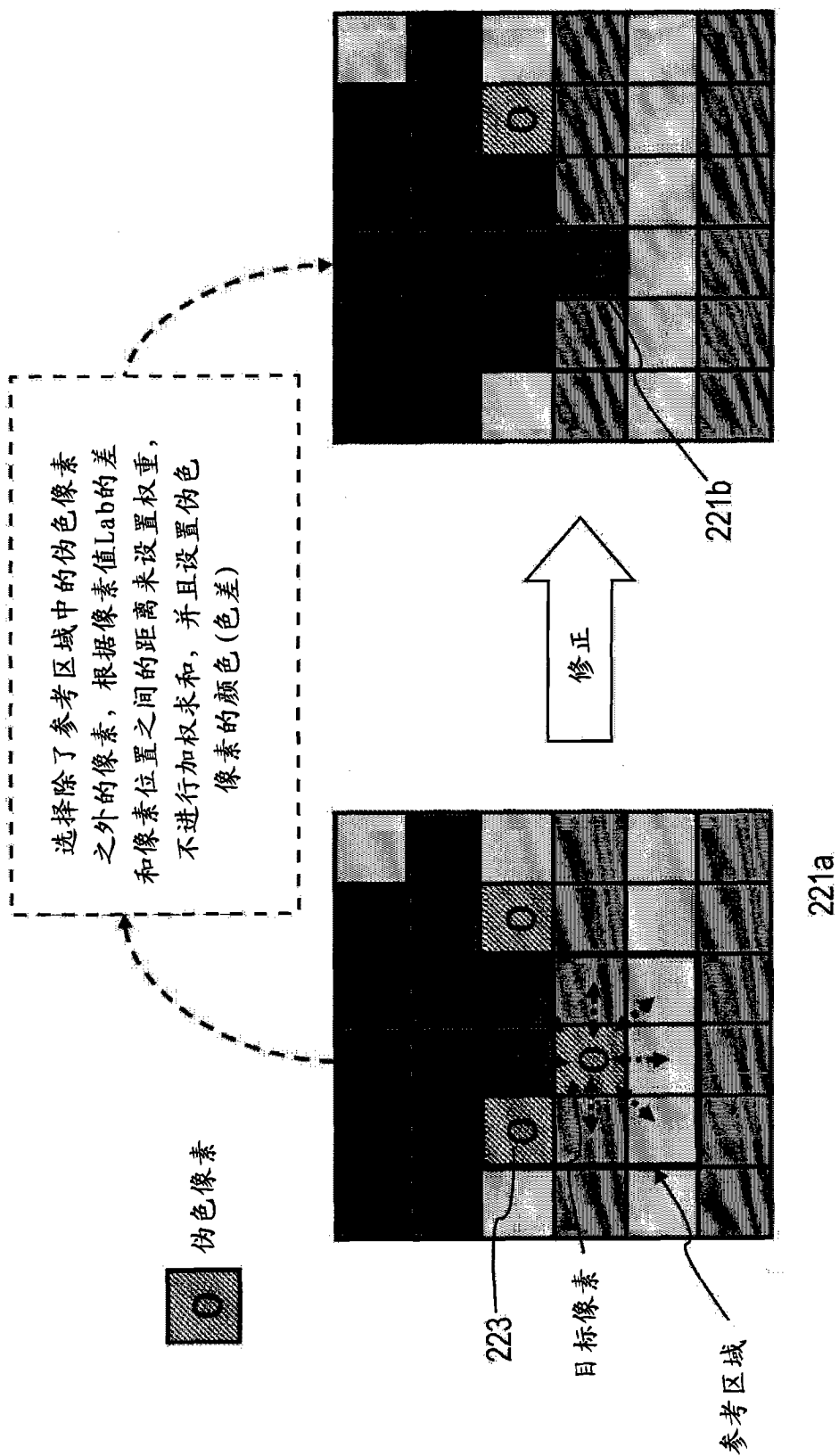


图8A

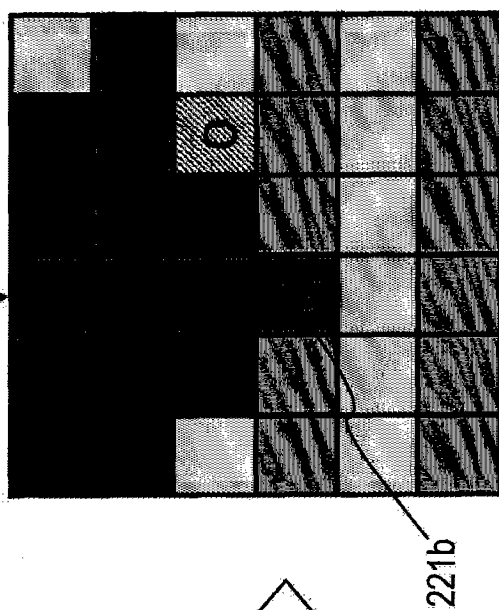


图8B

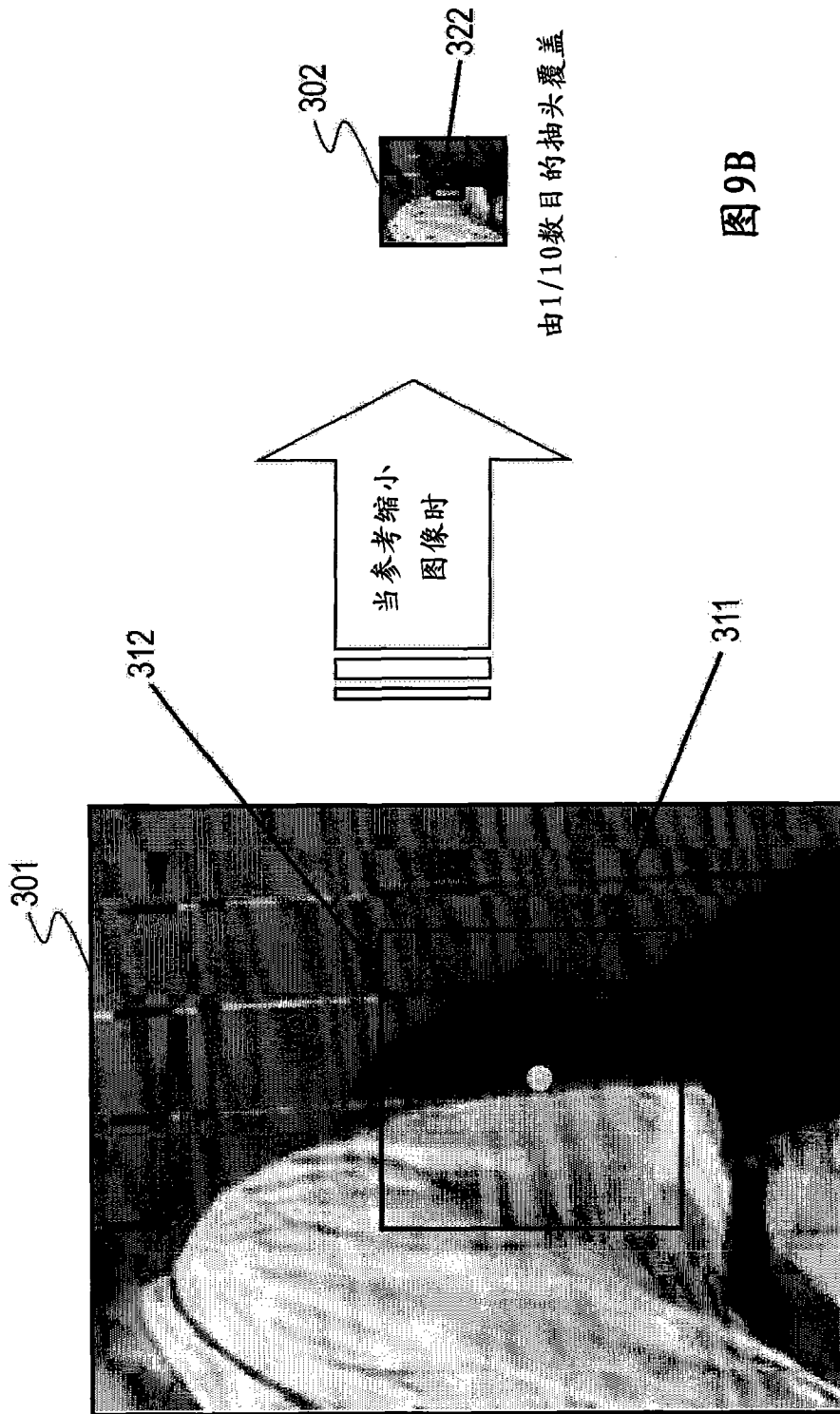


图9A

图9B

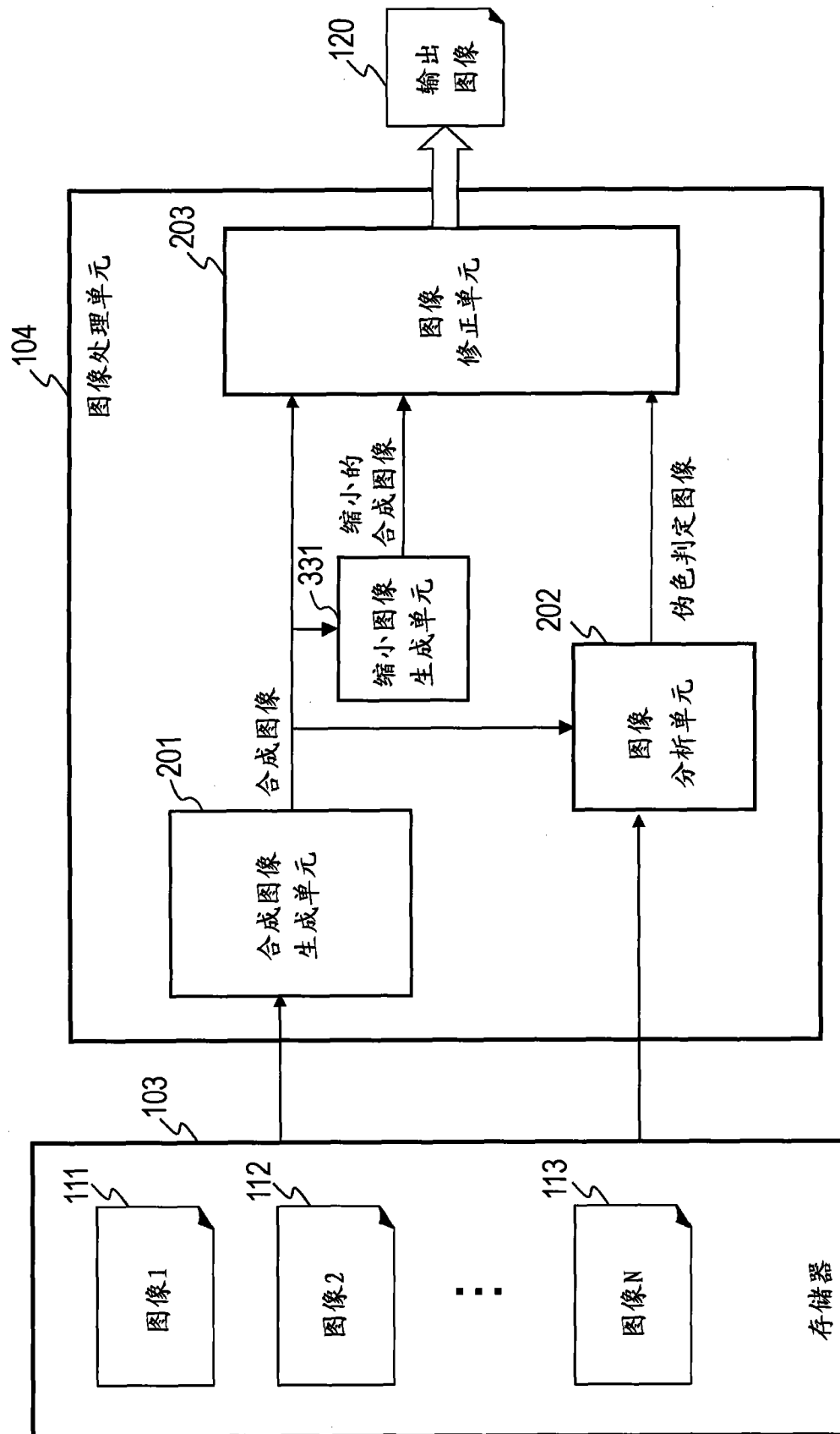


图 10

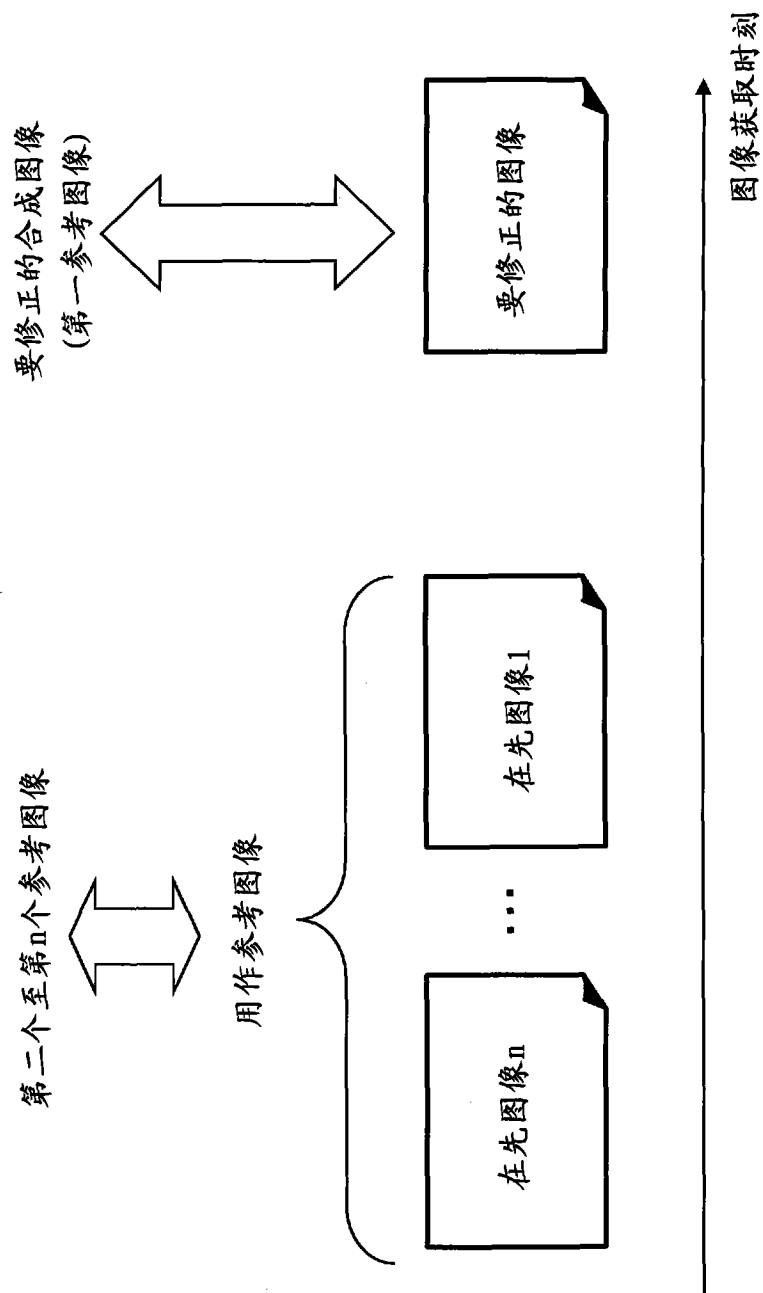


图 11

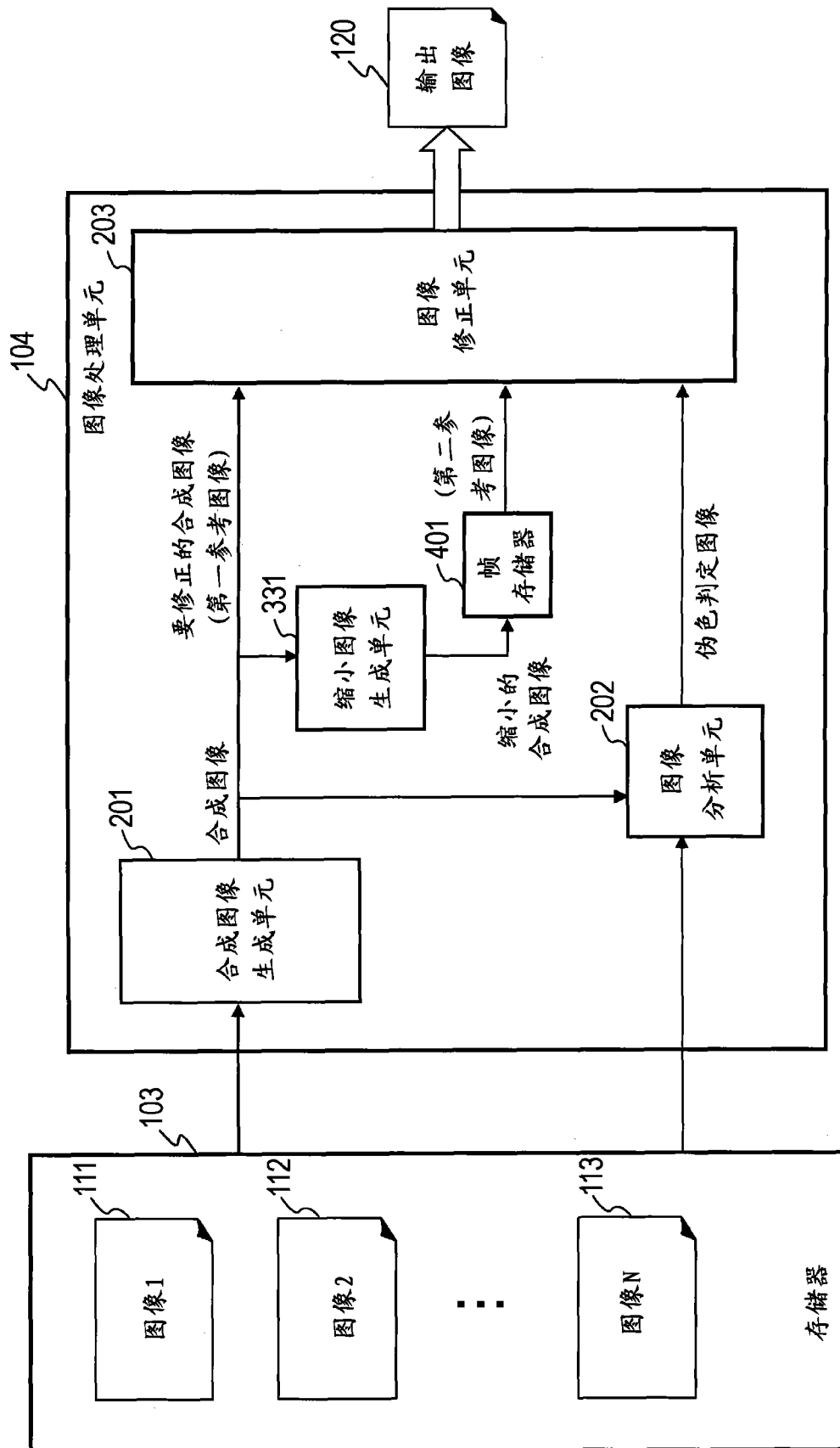


图 12

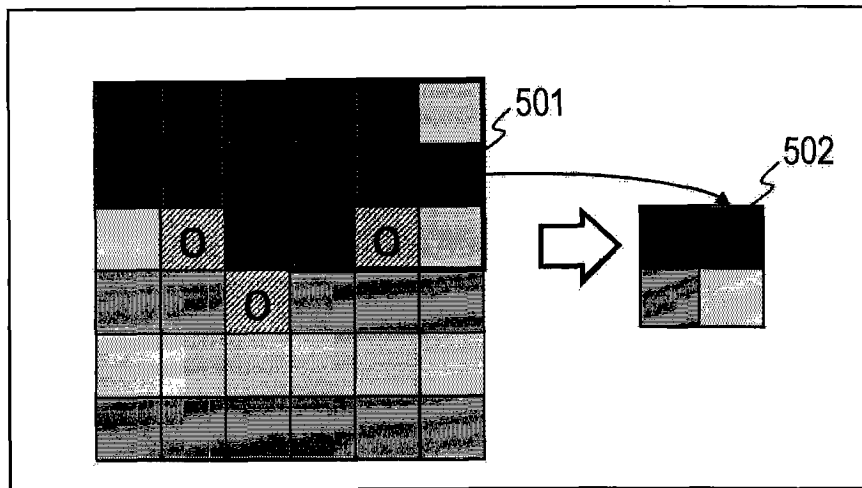


图 13A-1

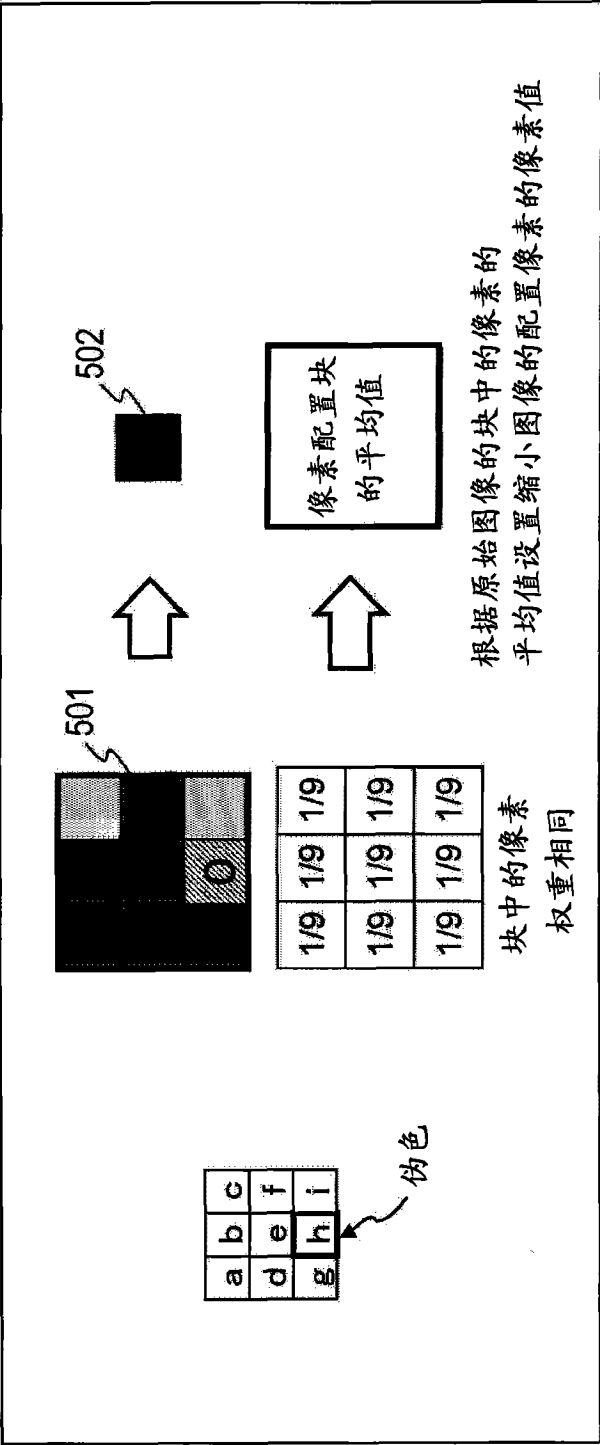


图 13A-2

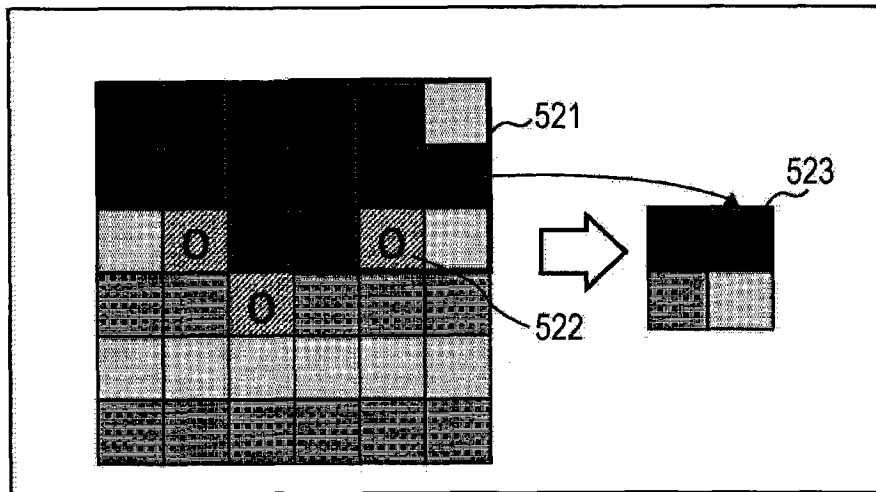


图 14B-1

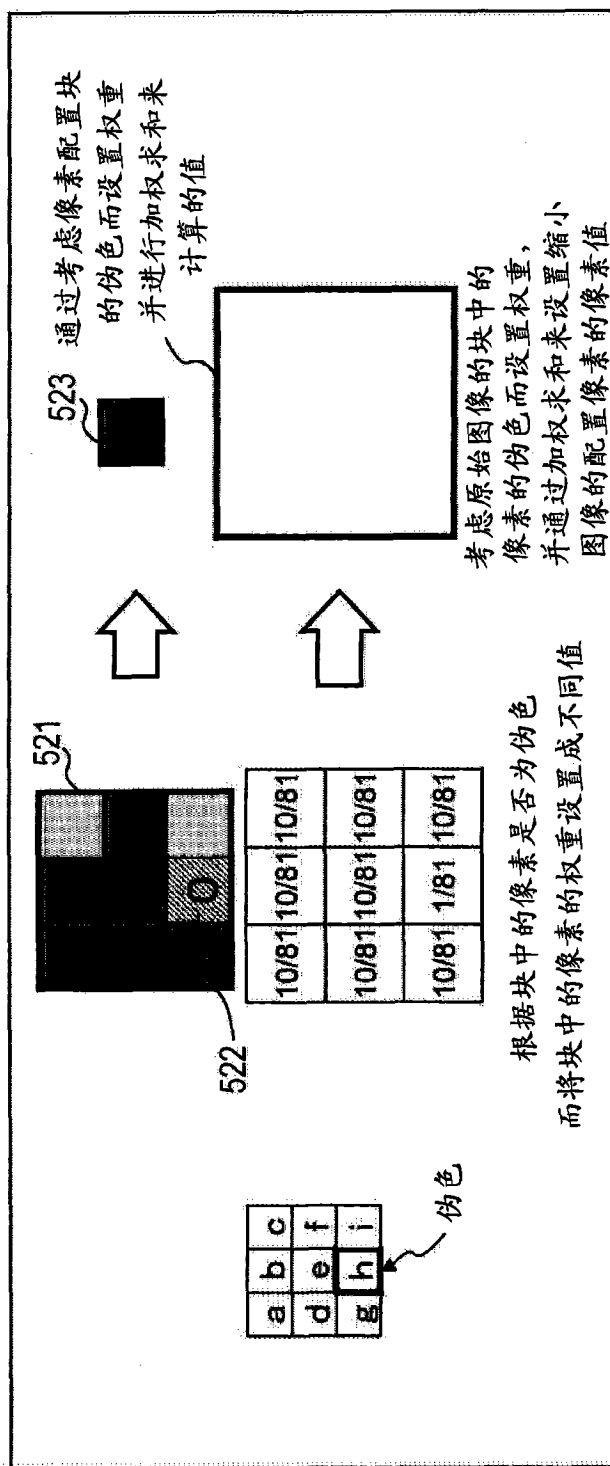


图 14B-2

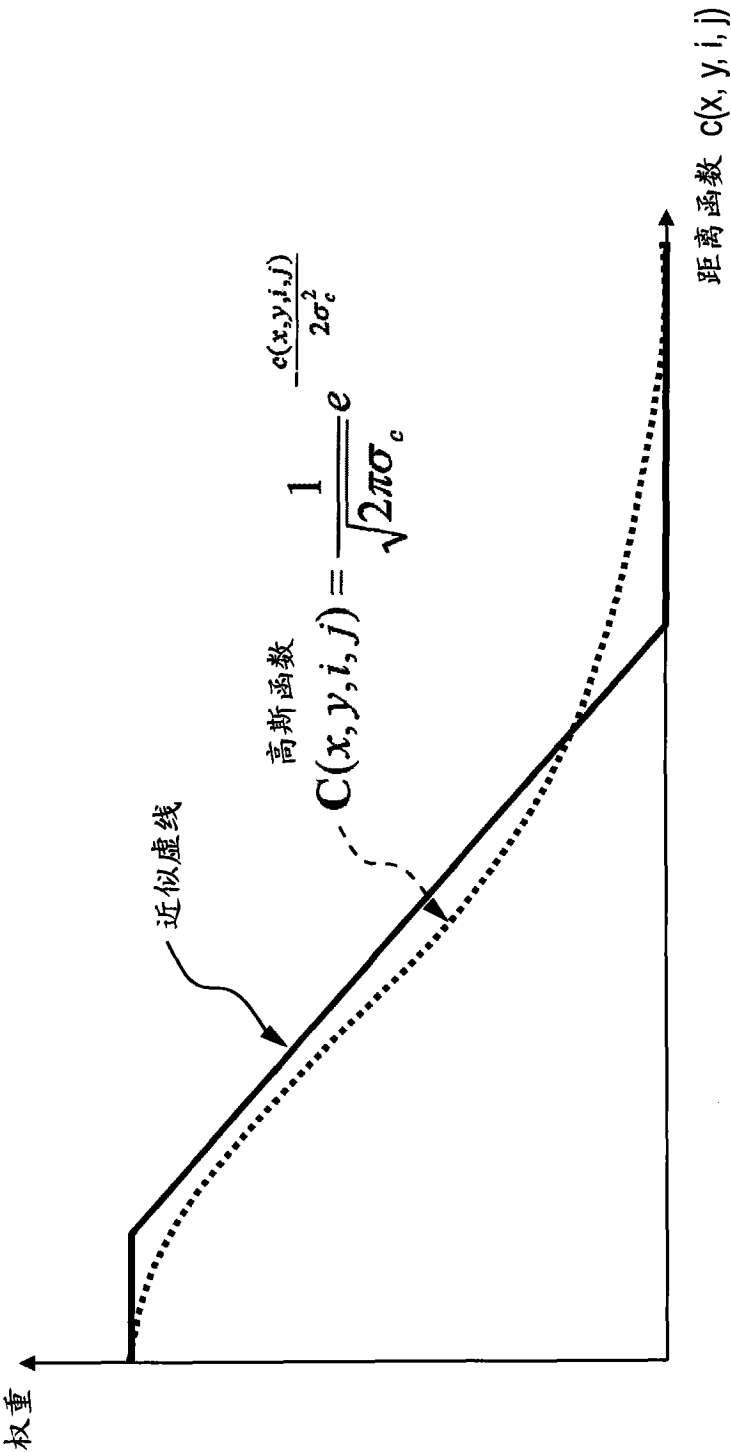


图 15