



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102017607 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201080001422. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 02. 22

H04N 5/232 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G06T 5/20 (2006. 01)

2009-042741 2009. 02. 25 JP

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

JP 特开 2008-176735 A, 2008. 07. 31, 说明书第 19-28、79-83、119-120 段。

2010. 10. 25

JP 特开 2002-112099 A, 2002. 04. 12, 说明书第 43、44 段。

(86) PCT申请的申请数据

JP 特开 2006-221347 A, 2006. 08. 24, 全文。

PCT/JP2010/001115 2010. 02. 22

(87) PCT申请的公布数据

审查员 盛建军

W02010/098054 JA 2010. 09. 02

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 石井育规 物部祐亮

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 黄剑锋

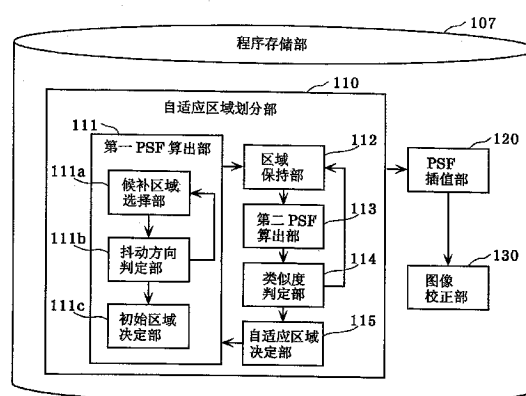
权利要求书4页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

图像校正装置以及图像校正方法

(57) 摘要

通过不利用多个图像就校正包含多个抖动的输入图像,从而生成抖动比输入图像少的目标图像。图像校正装置(100),通过校正输入图像,从而生成抖动比所述输入图像少的目标图像,所述图像校正装置具备:自适应区域划分部(110),按照构成输入图像的像素的像素值,将输入图像划分为多个自适应区域;PSF插值部(120),利用按被划分的多个自适应区域算出的表示图像的抖动特征的PSF,对位于代表像素之间的像素的PSF进行插值,所述代表像素是代表多个自适应区域的每一个自适应区域的像素;以及图像校正部(130),通过利用插值后的PSF校正输入图像,从而生成目标图像。



1. 一种图像校正装置,通过校正输入图像,从而生成抖动比所述输入图像少的目标图像,所述图像校正装置具备:

自适应区域划分部,根据构成所述输入图像的像素的像素值,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,从而将所述输入图像划分为多个自适应区域,并按每个已划分的自适应区域算出表示图像的抖动特征的点扩散函数;

点扩散函数插值部,利用算出的所述点扩散函数,对位于代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述代表像素是代表所述多个自适应区域的每一个自适应区域的像素;以及

图像校正部,通过利用插值后的所述点扩散函数校正所述输入图像,从而生成所述目标图像;

所述自适应区域划分部,根据点扩散函数的类似性,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域。

2. 如权利要求 1 所述的图像校正装置,

所述自适应区域划分部具备:

第一点扩散函数算出部,算出初始区域的点扩散函数,以作为第一点扩散函数,所述初始区域是所述输入图像的一部分区域;

区域保持部,保持所述初始区域,以作为保持区域;

第二点扩散函数算出部,算出评价区域的点扩散函数,以作为第二点扩散函数,所述评价区域是包含所述初始区域且比所述初始区域大的区域;

类似度判定部,判定所述第一点扩散函数与所述第二点扩散函数是否类似;以及

自适应区域决定部,在由所述类似度判定部判定为所述第一点扩散函数与所述第二点扩散函数不类似的情况下,通过将所述区域保持部最后保持的保持区域决定为所述自适应区域,从而将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,

所述区域保持部,在由所述类似度判定部判定为所述第一点扩散函数与所述第二点扩散函数类似的情况下,保持所述评价区域,以作为保持区域,

所述第二点扩散函数算出部,在由所述类似度判定部判定为所述第一点扩散函数与所述第二点扩散函数类似的情况下,算出新的评价区域的点扩散函数,以作为所述第二点扩散函数,所述新的评价区域是包含所述评价区域且比所述评价区域大的区域。

3. 如权利要求 2 所述的图像校正装置,

所述第一点扩散函数算出部具备:

候补区域选择部,选择所述输入图像的全部或者一部分区域,以作为候补区域;

抖动方向判定部,判定由所述候补区域选择部选择出的候补区域的抖动方向是否是单一的抖动方向;以及

初始区域决定部,在由所述抖动方向判定部判定为是单一的抖动方向的情况下,将所述候补区域决定为所述初始区域,

所述候补区域选择部,在由所述抖动方向判定部判定为不是单一的抖动方向的情况下,选择比所述候补区域小的区域,以作为新的候补区域。

4. 如权利要求 1 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,在算出的所述点扩散函数中至少两个点扩散函数以直线来表

现的情况下,将该至少两个点扩散函数的每一个点扩散函数划分为两个以上,并根据对应关系对位于所述自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述对应关系是利用已划分的点扩散函数使该至少两个点扩散函数互相对应而得到的,所述自适应区域是与该至少两个点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

5. 如权利要求 4 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,判定算出的所述点扩散函数是否互相类似,对位于自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述自适应区域是与判定为互相类似的点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

6. 如权利要求 1 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,根据对应关系对位于所述自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述对应关系是利用动态规划法的匹配方法使算出的所述点扩散函数互相对应而得到的,所述自适应区域是与该点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

7. 如权利要求 6 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,判定算出的所述点扩散函数是否互相类似,对位于自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述自适应区域是与判定为互相类似的点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

8. 一种图像校正装置,通过校正输入图像,从而生成抖动比所述输入图像少的目标图像,所述图像校正装置具备:

自适应区域划分部,根据构成所述输入图像的像素的像素值,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,从而将所述输入图像划分为多个自适应区域,并按每个已划分的自适应区域算出表示图像的抖动特征的点扩散函数;

点扩散函数插值部,利用算出的所述点扩散函数,对位于代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述代表像素是代表所述多个自适应区域的每一个自适应区域的像素;以及

图像校正部,通过利用插值后的所述点扩散函数校正所述输入图像,从而生成所述目标图像;

所述自适应区域划分部,根据是否是单一的抖动方向,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域。

9. 如权利要求 8 所述的图像校正装置,

所述自适应区域划分部具备:

候补区域选择部,选择所述输入图像的全部或者一部分区域,以作为候补区域;

抖动方向判定部,判定由所述候补区域选择部选择出的候补区域的抖动方向是否是单一的抖动方向;以及

自适应区域决定部,在由所述抖动方向判定部判定为是单一的抖动方向的情况下,通过将所述候补区域决定为所述自适应区域,从而将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,

所述候补区域选择部,在由所述抖动方向判定部判定为不是单一的抖动方向的情况下,选择比所述候补区域小的区域,以作为新的候补区域。

10. 如权利要求 8 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,在算出的所述点扩散函数中至少两个点扩散函数以直线来表现的情况下,将该至少两个点扩散函数的每一个点扩散函数划分为两个以上,并根据对应关系对位于所述自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述对应关系是利用已划分的点扩散函数使该至少两个点扩散函数互相对应而得到的,所述自适应区域是与该至少两个点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

11. 如权利要求 10 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,判定算出的所述点扩散函数是否互相类似,对位于自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述自适应区域是与判定为互相类似的点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

12. 如权利要求 8 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,根据对应关系对位于所述自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述对应关系是利用动态规划法的匹配方法使算出的所述点扩散函数互相对应而得到的,所述自适应区域是与该点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

13. 如权利要求 12 所述的图像校正装置,

所述点扩散函数插值部,判定算出的所述点扩散函数是否互相类似,对位于自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述自适应区域是与判定为互相类似的点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

14. 一种图像校正方法,通过校正输入图像,从而生成抖动比所述输入图像少的目标图像,所述图像校正方法包括:

自适应区域划分步骤,根据构成所述输入图像的像素的像素值,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,从而将所述输入图像划分为多个自适应区域,并按每个已划分的自适应区域算出表示图像的抖动特征的点扩散函数;

点扩散函数插值步骤,利用算出的所述点扩散函数,对位于代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述代表像素是代表所述多个自适应区域的每一个自适应区域的像素;以及

图像校正步骤,通过利用插值后的所述点扩散函数校正所述输入图像,从而生成所述目标图像;

所述自适应区域划分步骤,根据点扩散函数的类似性,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域。

15. 一种图像校正方法,通过校正输入图像,从而生成抖动比所述输入图像少的目标图像,所述图像校正方法包括:

自适应区域划分步骤,根据构成所述输入图像的像素的像素值,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,从而将所述输入图像划分为多个自适应区域,并按每个已划分的自适应区域算出表示图像的抖动特征的点扩散函数;

点扩散函数插值步骤,利用算出的所述点扩散函数,对位于代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述代表像素是代表所述多个自适应区域的每一个自适应区域的像素;以及

图像校正步骤,通过利用插值后的所述点扩散函数校正所述输入图像,从而生成所述目标图像;

所述自适应区域划分步骤,根据是否是单一的抖动方向,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域。

图像校正装置以及图像校正方法

技术领域

[0001] 本发明涉及对使用数字图片相机、安防相机等拍摄的图像进行校正的图像校正装置,尤其涉及校正图像抖动的图像校正装置。

背景技术

[0002] 在用户使用相机拍摄了被摄体的情况下,有时拍摄的图像产生抖动。该图像产生的抖动大致分为手抖动(hand shake blur)以及被摄体抖动(motion blur)的两个种类。手抖动是按快门时等因相机抖动而产生的图像的抖动。此外,被摄体抖动是因被摄体在拍摄中移动而产生的图像的抖动。

[0003] 作为表示这样的手抖动以及被摄体抖动的特征的函数有点扩散函数(以下,称为“PSF/Point Spread Function”)。所谓PSF是指表示点像(Point image)因抖动或者散焦而模糊的时候的强度分布的函数。图14A和图14B是用于说明PSF的图。例如,如图14A所示,由图像1003来表现表示从没有模糊的图像1001劣化到散焦图像1002的PSF。此外,如图14B所示,由图像1006来表现表示从没有抖动的图像1004劣化到向x方向抖动的图像1005的PSF。

[0004] 另外,近几年校正手抖动的技术(例如,电子式手抖动校正、光学式手抖动校正等)已经实用化。具体而言,在光学式手抖动校正的情况下,例如根据陀螺仪(gyroscope)等的感应器信息来推定摄影时的手的动作。此外,按照推定的动作来控制透镜机构或者受光部感应器,从而实现手抖动的校正。而且,在电子式手抖动校正的情况下,例如根据陀螺仪等的感应器信息算出PSF。此外,利用算出的PSF来校正图像,从而实现手抖动的校正。在手抖动的情况下,PSF与摄影时的手的动作对应,所以在图像整体中大体相同。

[0005] 另一方面,在被摄体抖动的情况下,PSF与被摄体的动作对应,所以按图像的区域而不同。从而,使用与校正手抖动的方法同样的方法来校正被摄体抖动是困难的。

[0006] 于是,作为校正被摄体抖动的技术提出了利用低分辨率的图像列和高分辨率的图像的方法,所述低分辨率的图像列是利用高速快门拍摄的图像列,所述高分辨率的图像是利用低速快门拍摄的图像(例如,参考非专利文献1)。在非专利文献1记载的方法中,在抖动少的低分辨率高速快门的图像列中包含的多个图像之间使像素相对应,从而推定被摄体图像的动作。而且,利用推定出的被摄体图像的动作,校正抖动大的低速快门的图像,从而得到被校正了被摄体抖动的高分辨率的图像。

[0007] 此外,作为校正被摄体抖动的其他的技术提出了利用连续拍摄的多个图像进行校正的方法(例如,参考专利文献1)。在专利文献1记载的方法中与非专利文献1的方法相同,根据连续拍摄的多个图像求出被摄体的动作(轨迹),从而求出1个劣化函数(例如,PSF),所述劣化函数表示在对象图像的所有像素位置上的劣化特性。另外,利用这样算出的劣化函数,从对象图像生成没有抖动的图像。

[0008] 专利文献1:日本特开2001-197355号公报

[0009] 非专利文献1:Image/Video Deblurring using a Hybrid Camera(Yu-Wing Tai,

Hao Du, M. S. Brown, S. Lin CVPR2008)

[0010] 然而,在非专利文献 1 记载的方法中存在如下课题,在不能利用高速快门的环境的情况下,不能校正被摄体抖动。例如,在低照度环境中,根据高速快门拍摄图像的情况下,因为光量不足只能得到暗的图像。在利用这样的暗的图像的情况下,图像之间的像素的对应精度下降。此外,为了消除低照度环境的光量不足而提高灵敏度的情况下,暗电流噪声及热噪声等摄像装置引起的噪声信号被放大,所以图像之间的像素的对应精度下降。这样在非专利文献 1 记载的方法中,在被摄体抖动发生的机会多的低照度环境中,图像之间的像素的对应精度下降,所以不能高精度地校正被摄体抖动。

[0011] 此外,在专利文献 1 记载的方法中,与非专利文献 1 记载的方法同样地需要连续拍摄的多个图像,所以在低照度环境中不能高精度地校正被摄体抖动。此外,在专利文献 1 中有下述记载,根据对象图像的多个区域算出的劣化函数来算出对象图像的所有像素位置上的劣化函数,但是没有记载具体的方法。

发明内容

[0012] 于是,本发明鉴于所述课题而提出,其目的在于提供一种图像校正装置,能够将包含多个抖动的输入图像高精度地校正为抖动比输入图像少的目标图像。

[0013] 为了达到上述目的,本发明涉及的图像校正装置,通过校正输入图像,从而生成抖动比所述输入图像少的目标图像,所述图像校正装置具备:自适应区域划分部,根据构成所述输入图像的像素的像素值,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,从而将所述输入图像划分为多个自适应区域,并按每个已划分的自适应区域算出表示图像的抖动特征的点扩散函数;点扩散函数插值部,利用算出的所述点扩散函数,对位于代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述代表像素是代表所述多个自适应区域的每一个自适应区域的像素;以及图像校正部,通过利用插值后的所述点扩散函数校正所述输入图像,从而生成所述目标图像。

[0014] 根据这个构成,能够将输入图像划分为多个自适应区域以使抖动相同的区域成为 1 个自适应区域。其结果,按每个抖动相同的区域利用点扩散函数校正输入图像,所以能够将包含多个抖动的输入图像高精度地校正为抖动比该输入图像少的目标图像。进而能够利用按每个区域算出的点扩散函数,对位于代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所以能够抑制因已划分的区域的境界中点扩散函数的不连续而在目标图像产生的不协调感。

[0015] 此外,优选的是,所述自适应区域划分部,根据点扩散函数的类似性,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域。

[0016] 根据这个构成,能够根据点扩散函数的类似性判断抖动的共同性,所以能高精度地将抖动相同的区域决定为 1 个自适应区域。

[0017] 此外,优选的是,所述自适应区域划分部具备:第一点扩散函数算出部,算出初始区域的点扩散函数,以作为第一点扩散函数,所述初始区域是所述输入图像的一部分区域;区域保持部,保持所述初始区域,以作为保持区域;第二点扩散函数算出部,算出评价区域的点扩散函数,以作为第二点扩散函数,所述评价区域是包含所述初始区域且比所述初始区域大的区域;类似度判定部,判定所述第一点扩散函数与所述第二点扩散函数是否类似;以及自适应区域决定部,在由所述类似度判定部判定为所述第一点扩散函数与所述第二点

扩散函数不类似的情况下,通过将所述区域保持部最后保持的保持区域决定为所述自适应区域,从而将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,所述区域保持部,在由所述类似度判定部判定为所述第一点扩散函数与所述第二点扩散函数类似的情况下,保持所述评价区域,以作为保持区域,所述第二点扩散函数算出部,在由所述类似度判定部判定为所述第一点扩散函数与所述第二点扩散函数类似的情况下,算出新的评价区域的点扩散函数,以作为所述第二点扩散函数,所述新的评价区域是包含所述评价区域且比所述评价区域大的区域。

[0018] 根据这个构成,能够自适应地划分输入图像,以使点扩散函数类似的区域成为 1 个自适应区域,所以能够将拍摄了往不同方向移动的多个被摄体而得到的一张输入图像,划分为与被摄体对应的自适应区域。即,能够利用符合每个被摄体图像的抖动方向的点扩散函数来校正输入图像,所以能够生成抖动更少的目标图像。

[0019] 此外,优选的是,所述第一点扩散函数算出部具备:候补区域选择部,选择所述输入图像的全部或者一部分区域,以作为候补区域;抖动方向判定部,判定由所述候补区域选择部选择出的候补区域的抖动方向是否是单一的抖动方向;以及初始区域决定部,在由所述抖动方向判定部判定为是单一的抖动方向的情况下,将所述候补区域决定为所述初始区域,所述候补区域选择部,在由所述抖动方向判定部判定为不是单一的抖动方向的情况下,选择比所述候补区域小的区域,以作为新的候补区域。

[0020] 根据这个构成,能够将决定自适应区域时的初始区域决定为单一的抖动方向的区域,所以能够降低抖动方向不同的被摄体图像包含在自适应区域中的可能性。即,能够利用符合每个被摄体图像的抖动方向的 PSF 来校正输入图像,所以能够生成抖动更少的目标图像。

[0021] 优选的是,所述自适应区域划分部,根据是否是单一的抖动方向,将抖动相同的区域决定为一个自适应区域。

[0022] 根据这个构成,能够根据是否是单一的抖动方向来判断抖动的相同性,所以能够高精度地将抖动相同的区域决定为 1 个自适应区域。

[0023] 此外,优选的是,所述自适应区域划分部具备:候补区域选择部,选择所述输入图像的全部或者一部分区域,以作为候补区域;抖动方向判定部,判定由所述候补区域选择部选择出的候补区域的抖动方向是否是单一的抖动方向;以及自适应区域决定部,在由所述抖动方向判定部判定为是单一的抖动方向的情况下,通过将所述候补区域决定为所述自适应区域,从而将抖动相同的区域决定为一个自适应区域,所述候补区域选择部,在由所述抖动方向判定部判定为不是单一的抖动方向的情况下,选择比所述候补区域小的区域,以作为新的候补区域。

[0024] 根据这个构成,能够将单一的抖动方向的区域决定为自适应区域,所以在划分输入图像时能够抑制将包含往不同方向移动的多个被摄体图像的区域作为 1 个自适应区域来划分。即,能够利用符合被摄体图像的抖动方向的 PSF 来校正输入图像,所以能够生成抖动更少的目标图像。

[0025] 此外,优选的是,所述点扩散函数插值部,在算出的所述点扩散函数中至少两个点扩散函数以直线来表现的情况下,将该至少两个点扩散函数的每一个点扩散函数划分为两个以上,并根据划分的点扩散函数的对应关系,对位于所述自适应区域的代表像素之间的

像素的点扩散函数进行插值,所述自适应区域是与该至少两个点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

[0026] 根据这个构成,在点扩散函数能够以直线来表现的情况下,能够简单地对点扩散函数进行插值。

[0027] 此外,优选的是,所述点扩散函数插值部,根据对应关系对位于所述自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述对应关系是利用动态规划法的匹配方法使算出的所述点扩散函数互相对应而得到的,所述自适应区域是与该点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

[0028] 根据这个构成,即使是点扩散函数不能以直线表现的情况下,也能够对点扩散函数进行插值。

[0029] 此外,优选的是,所述点扩散函数插值部,判定算出的所述点扩散函数是否互相类似,对位于自适应区域的代表像素之间的像素的点扩散函数进行插值,所述自适应区域是与判定为互相类似的点扩散函数的每一个点扩散函数对应的区域。

[0030] 根据这个构成,对点扩散函数互相不类似的自适应区域不进行点扩散函数的插值,所以能够降低对进行互不相同的动作的被摄体图像的境界进行点扩散函数插值的可能性。即,能够降低针对与不同于实际被摄体动作的动作对应的点扩散函数进行插值的可能性。

[0031] 另外,本发明不仅作为这样的图像校正装置来实现,也能作为具备这样的图像校正装置所具备的特征性构成部的集成电路来实现。

[0032] 此外,本发明不仅作为这样的图像校正装置来实现,也能作为以这样的图像校正装置具备的特征性构成部的动作为步骤的图像校正方法来实现。进而,本发明也能作为使计算机执行图像校正方法所包含的各步骤的程序来实现。而且,这些程序也可以经由CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)等记录媒体或者互联网等的传送媒体来分发。

[0033] 根据上述说明可知,本发明涉及的图像校正装置,能够将包含多个抖动的输入图像划分为多个自适应区域,以使抖动相同的区域成为1个自适应区域。其结果,图像校正装置能够按每个抖动相同的区域校正输入图像,所以能够将包含多个抖动的输入图像,高精度地校正为抖动比该输入图像少的目标图像。

附图说明

[0034] 图1是表示本发明的实施方式1以及2涉及的图像校正装置的功能构成的方框图。

[0035] 图2是表示本发明实施方式1涉及的程序存储部的功能构成的方框图。

[0036] 图3是表示本发明的实施方式1以及2涉及的图像校正装置的整体处理流程的流程图。

[0037] 图4是表示本发明实施方式1涉及的自适应区域划分部的处理流程的流程图。

[0038] 图5是用于说明本发明实施方式1涉及的自适应区域划分部的区域划分的处理流程的图。

[0039] 图6是表示本发明实施方式1以及2涉及的PSF插值部的处理流程的流程图。

[0040] 图7是用于说明本发明的实施方式1以及2涉及的PSF插值部的PSF的插值的

图。

[0041] 图 8 是用于说明本发明的实施方式 1 以及 2 涉及的 PSF 插值部的 PSF 的插值的图。

[0042] 图 9 是表示本发明实施方式 1 涉及的由第 1PSF 算出部进行的决定初始区域有关的处理流程的流程图。

[0043] 图 10 是用于说明本发明实施方式 1 涉及的由第 1PSF 算出部进行的决定初始区域有关的处理流程的图。

[0044] 图 11 是表示本发明的实施方式 2 涉及的程序存储部的功能构成的方框图。

[0045] 图 12 是表示本发明实施方式 2 涉及的自适应区域划分的处理流程的流程图。

[0046] 图 13 是表示本发明涉及的系统 LSI 的功能构成的方框图。

[0047] 图 14A 是用于说明 PSF 的图。

[0048] 图 14B 是用于说明 PSF 的图。

具体实施方式

[0049] 下面,参考附图来说明本发明的实施方式。

[0050] (实施方式 1)

[0051] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 涉及的图像校正装置 100 的功能构成的方框图。

[0052] 如图 1 所示,图像校正装置 100 具备演算控制部 101、存储器部 102、显示部 103、输入部 104、通信 I/F(接口)部 105、数据记忆部 106、以及程序存储部 107。这些各构成部 101 ~ 107 经由总线 108 连接。

[0053] 演算控制部 101 是 CPU(Central Processing Unit/中央处理机)、数值处理器等,按照来自用户的指示等从程序存储部 107 加载存储器部 102 所需的程序并执行,按照其执行结果,控制各构成部 102 ~ 107。

[0054] 存储器部 102 是提供演算控制部 101 的作业区域的 RAM(Random Access Memory/随机存取存储器)等。

[0055] 显示部 103 是 CRT(Cathode-Ray Tube/阴极射线管)、LCD(Liquid Crystal Display/液晶显示器)等。此外,输入部 104 是键盘、鼠标等。而且,这些显示部 103 以及输入部 104,在演算控制部 101 的控制下,用于图像校正装置 100 和用户进行对话等。

[0056] 通信 I/F 部 105 是 LAN 适配器等,用于图像校正装置 100 和相机 400 等的通信。

[0057] 数据记忆部 106 是存储通过相机 400 等获得的输入图像以及通过校正输入图像而获得的目标图像等的硬盘、闪存等。

[0058] 程序存储部 107 是存储实现图像校正装置 100 的功能的各种程序的 ROM(Read Only Memory/只读存储器)等。

[0059] 图 2 是表示本发明实施方式 1 涉及的程序存储部 107 的功能构成的方框图。如图 2 所示,程序存储部 107 在功能上(作为由演算控制部 101 执行的情况下发挥功能的处理部)具有自适应区域划分部 110、PSF 插值部 120 以及图像校正部 130。

[0060] 自适应区域划分部 110 根据构成输入图像的像素的像素值,将抖动相同的区域决定为 1 个自适应区域,从而将输入图像划分为多个自适应区域。进而,自适应区域划分部 110,按每个划分的自适应区域算出 PSF。具体而言,自适应区域划分部 110 按照 PSF 的类似

性,将抖动相同的区域决定为 1 个自适应区域。

[0061] 如图 2 所示,自适应区域划分部 110 具备第一 PSF 算出部 111、区域保持部 112、第二 PSF 算出部 113、类似度判定部 114、自适应区域决定部 115。

[0062] 第一 PSF 算出部 111 将输入图像的一部分区域即初始区域的 PSF 作为第一 PSF 来算出。具体而言,第一 PSF 算出部 111 具备候补区域选择部 111a、抖动方向判定部 111b、初始区域决定部 111c。而且,第一 PSF 算出部 111,算出由初始区域决定部 111c 决定的初始区域的 PSF 以作为第一 PSF。

[0063] 候补区域选择部 111a 将输入图像的全部或者一部分区域作为候补区域来选择。此外,候补区域选择部 111a 在抖动方向判定部 111b 判定为不是单一的抖动方向的情况下,将比候补区域小的区域作为新的候补区域来选择。

[0064] 抖动方向判定部 111b 判定由候补区域选择部 111a 选择的候补区域的抖动方向是否为单一的抖动方向。

[0065] 初始区域决定部 111c 在由抖动方向判定部 111b 判定为是单一的抖动方向的情况下,将候补区域决定为初始区域。

[0066] 区域保持部 112 将初始区域作为保持区域来保持。此外,区域保持部 112,在由后述的类似度判定部 114 判定为第一 PSF 与第二 PSF 类似的情况下,将评价区域作为保持区域来保持。

[0067] 第二 PSF 算出部 113 将评价区域的 PSF 作为第二 PSF 来算出,所述评价区域是包含初始区域且比初始区域大的区域。此外,第二 PSF 算出部 113 在由类似度判定部 114 判定为第一 PSF 与第二 PSF 类似的情况下,将新的评价区域的 PSF 作为第二 PSF 来算出,所述新的评价区域是包含评价区域且比评价区域大的区域。

[0068] 类似度判定部 114 判定第一 PSF 与第二 PSF 是否类似。

[0069] 自适应区域决定部 115 在由类似度判定部 114 判定为第一 PSF 与第二 PSF 不类似的情况下,将最后保持在区域保持部 112 的保持区域决定为自适应区域。就是说,自适应区域决定部 115 根据 PSF 的类似性将抖动相同的区域决定为 1 个自适应区域。

[0070] PSF 插值部 120 利用算出的 PSF,对位于代表像素之间的像素的 PSF 进行插值。在此所谓代表像素是指代表多个区域中的每一个区域的像素。例如,代表像素是各区域的中心、重心等像素。

[0071] 具体而言,PSF 插值部 120,例如利用根据运动规划法(Dynamic Programming)的匹配方法(下面称为“DP 匹配”),使按照每个自适应区域算出的 PSF 互相对应。并且,PSF 插值部 120,根据通过这样使 PSF 相对应所得到的对应关系,对位于自适应区域的代表像素之间的像素的 PSF 进行插值,所述自适应区域与上述 PSF 的每一个对应。

[0072] 另外,PSF 插值部 120 例如在所算出的 PSF 中至少 2 个 PSF 以直线来表现的情况下,可以将该至少 2 个 PSF 进行划分之后进行对应。具体而言,PSF 插值部 120,根据通过这样使 PSF 相对应所得到的对应关系,可以对位于自适应区域的代表像素之间的像素的 PSF 进行插值,所述自适应区域与该至少 2 个 PSF 的每一个对应。

[0073] 此外,PSF 插值部 120 判定 PSF 是否互相类似,对位于与判定为互相类似的 PSF 的每一个对应的自适应区域的代表像素之间的像素的 PSF 进行插值。

[0074] 图像校正部 130,通过利用 PSF 校正输入图像,从而生成抖动比输入图像少的目标

图像。

[0075] 接着说明如上述构成的图像校正装置 100 的各种动作。

[0076] 图 3 是表示本发明的实施方式 1 涉及的图像校正装置 100 的整体处理流程的流程图。

[0077] 首先,自适应区域划分部 110 按照构成数据记忆部 106 中存储的输入图像的像素的像素值,将输入图像划分为自适应大小的多个自适应区域。加之,自适应区域划分部 110 按每个自适应区域算出 PSF (S101)。接着,PSF 插值部 120 利用按每个自适应区域算出的 PSF,对位于各自适应区域的代表像素之间的像素的 PSF 进行插值 (S102)。

[0078] 最后,图像校正部 130 利用每个插值后的像素的 PSF 校正输入图像,从而生成抖动比输入图像少的目标图像 (S103)。例如,图像校正部 130 采用以下公式 (1) 示出的 R-L 方法 (Richardson-Lucy method),利用通过步骤 S101 及步骤 S102 的处理所得到的每一个像素的 PSF,校正输入图像。

[0079] 公式 (1)

$$[0080] \quad I_{n+1} = \left(K * \frac{B+1}{(I_n + 1) \otimes K} \right) (I_n + 1) \quad \dots (1)$$

[0081] $\otimes$: Convolution

[0082] 在此, I 表示校正后的图像 (目标图像)。此外, K 表示 PSF。此外, B 表示输入图像。

[0083] 另外,本实施方式中图像校正部 130 采用 R-L 方法校正输入图像,不过,也可以采用 Fourier-log 方法,最大熵法 (Maximum entropy method) 等其他的方法校正输入图像。

[0084] 接着,对由自适应区域划分部 110 进行的区域划分的细节进行说明。

[0085] 图 4 是表示本发明实施方式 1 涉及的自适应区域划分部 110 的处理 (S101) 流程的流程图。

[0086] 首先,第一 PSF 算出部 111 决定作为输入图像的一部分区域的初始区域 (S201)。关于决定初始区域的处理的细节在后边叙述。

[0087] 接着,第一 PSF 算出部 111 将决定的初始区域的 PSF 作为第一 PSF 来算出 (S202)。具体而言,第一 PSF 算出部 111 利用根据一幅图像算出 PSF 的方法 (例如,参见非专利文献 2 “Removing Camera Shake from a single Photograph (Rob Fergus et.al, SIGGRAPH2006)”) 来算出 PSF。

[0088] 在利用非专利文献 2 所述的方法的情况下,数据记忆部 106 预先存储没有抖动的一般的自然图像中显示的图像梯度 (image gradient) 的分布。此外,第一 PSF 算出部 111 反复对利用给予的 PSF 校正初始区域的时候所得到的图像梯度的分布和存储在数据记忆部 106 的图像梯度的分布进行比较,搜索这些图像梯度的分布一致或者类似的 PSF。此外,第一 PSF 算出部 111 将这样进行搜索结果所得到的 PSF 作为第一 PSF 来算出。

[0089] 接着,区域保持部 112,将由第一 PSF 算出部 111 决定的初始区域作为保持区域来保持 (S203)。

[0090] 接着,第二 PSF 算出部 113 选择评价区域 (S204)。该评价区域是包含初始区域且

比初始区域大的区域。例如,在初始区域为矩形区域的情况下,第二 PSF 算出部 113 将比起初始区域在 x 方向上大 1 像素,y 方向上大 1 像素的区域作为评价区域来选择。此外,第二 PSF 算出部 113,将选择的评价区域的 PSF 作为第二 PSF 来算出 (S205)。

[0091] 另外,第二 PSF 算出部 113 没有必要将 x 方向以及 y 方向的双方都比初始区域大的区域决定为评价区域。例如,第二 PSF 算出部 113 可以将只在 x 方向以及 y 方向中的一方比初始区域大的区域决定为评价区域。进而,第二 PSF 算出部 113 可以例如只对初始区域的外缘的一部分,向 x 方向或者 y 方向扩展的区域决定为评价区域。根据这些,因为第二 PSF 算出部 113 能够灵活地选择评价区域,能够提高将进行相同动作的被摄体的图像作为一个区域来选择的可能性。

[0092] 接着,类似度判定部 114 判定第一 PSF 与第二 PSF 是否类似 (S206)。具体而言,类似度判定部 114 算出将第一 PSF 以及第二 PSF 作为图像来表现的时候的图像间距离,以作为表示 PSF 的类似程度的类似度。例如,类似度判定部 114 将由以下公式 (2) 所算出的 L1 范数 (L1 norm) 作为类似度来算出。另外,L1 范数的值越小,就表示类似程度越高。

[0093] 公式 (2)

[0094]

$$L1\text{范数} = \sum_{i,j} |P1_{ij} - P2_{ij}| \quad \dots(2)$$

[0095] 在此,P1_{ij} 表示在将第一 PSF 作为图像来表现的情况下,由坐标 (i, j) 确定的像素的 PSF 值。此外,P2_{ij} 表示在将第二 PSF 作为图像来表现的情况下,由坐标 (i, j) 确定的像素的 PSF 值。

[0096] 类似度判定部 114 在第一 PSF 和第二 PSF 的 L1 范数比预先规定的阈值小的情况下,判定为第一 PSF 与第二 PSF 类似。相反,类似度判定部 114 在第一 PSF 和第二 PSF 的 L1 范数是预先规定的阈值以上的情况下,判定为第一 PSF 与第二 PSF 不类似。

[0097] 另外,本实施方式中,类似度判定部 114 将 L1 范数作为类似度来算出,不过也可以用其他的图像间的类似度判定方法来算出类似度。例如,类似度判定部 114 可以将 L2 范数作为类似度来算出。

[0098] 在此,在判定为第一 PSF 与第二 PSF 类似的情况下 (S206 中的“是”),区域保持部 112 保持评价区域以作为保持区域 (S207)。进而,第二 PSF 算出部 113 选择新的评价区域 (S204)。该新的评价区域是包含由步骤 S207 保持的保持区域且比由步骤 S207 保持的保持区域大的区域。此外,采用新的评价区域,执行步骤 S205 及步骤 S206 的处理。这样,直到在步骤 S206 中判定为第一 PSF 与第二 PSF 不类似为止,反复步骤 S204 ~ S207 的处理。

[0099] 另一方面,在判定为第一 PSF 与第二 PSF 不类似的情况下 (S206 中的“否”),自适应区域决定部 115 将在步骤 S207 最后保持的保持区域决定为自适应区域 (S208)。

[0100] 接着,第一 PSF 算出部 111,判定输入图像的所有像素是否包含在已被决定的自适应区域中 (S209)。

[0101] 在此,在输入图像的所有像素没有包含在已被决定的自适应区域中的情况下 (S209 中的“否”),第一 PSF 算出部 111 将只包含尚未包含在自适应区域中的像素的区域决定为初始区域 (S201)。例如,第一 PSF 算出部 111 在决定初始区域时,使初始区域包含与被

决定的自适应区域的右端或者下端邻接的像素。另外,第一 PSF 算出部 111 在决定初始区域时,可以使初始区域不是包含邻接的像素,而是包含相隔由预期的知识所决定的像素数的像素。此外,第一 PSF 算出部 111 在决定初始区域时,使初始区域包含相隔用户的输入值示出的像素数的像素,所述用户的输入值由输入部 104 所接受。

[0102] 另一方面,输入图像的所有像素包含在已被决定的自适应区域中的情况下(S209 中的“是”),执行图 3 的步骤 S102 的处理。

[0103] 自适应区域划分部 110 通过重复进行所述的步骤 S201 至步骤 S209 的处理,从而将输入图像划分为多个自适应区域。

[0104] 这样,划分输入图像时使 PSF 类似的区域成为 1 个区域,从而能够使进行不同动作的被摄体的图像的境界和区域的境界一致。

[0105] 接着,用图 5 具体地说明由所述的自适应区域划分部 110 进行的区域划分的处理的流程。

[0106] 图 5 是用于说明本发明实施方式 1 涉及的自适应区域划分部 110 进行的区域划分的处理流程的图。

[0107] 首先,如图 5(a) 所示,第一 PSF 算出部 111 决定初始区域 501。此外,第一 PSF 算出部 111 算出第一 PSF502(P1),以作为初始区域 501 的 PSF。另外,在此初始区域 501 是矩形,不过,初始区域 501 没有必要一定是矩形。例如,初始区域 501 可以是菱形,平行四边形或者圆形等任意的形状。

[0108] 接着,如图 5(b) 所示,第二 PSF 算出部 113 将包含初始区域 501 且比初始区域 501 大的区域作为评价区域 503 来选择。而且,第二 PSF 算出部 113 算出第二 PSF504(P2),以作为评价区域 503 的 PSF。另外,在此评价区域 503 是矩形,不过,评价区域 503 没有必要一定是矩形。例如,评价区域 503 可以是菱形,平行四边形或者圆形等任意的形状。

[0109] 在此,类似度判定部 114 算出第一 PSF502 和第二 PSF504 的 L1 范数。因为算出的 L1 范数比阈值 TH 小,所以类似度判定部 114 判定为第一 PSF502 与第二 PSF504 类似。从而,区域保持部 112 保持评价区域 503。

[0110] 接着,第二 PSF 算出部 113 如图 5(c) 所示,将包含评价区域 503 且比评价区域 503 大的区域作为评价区域 505 来选择。此外,第二 PSF 算出部 113 算出第二 PSF506(P3),以作为评价区域 505 的 PSF。

[0111] 在此,类似度判定部 114 算出第一 PSF502 和第二 PSF506 的 L1 范数。因为算出的 L1 范数是阈值 TH 以上,所以类似度判定部 114 判定为第一 PSF502 与第二 PSF504 不类似。从而,自适应区域决定部 115 将由区域保持部 112 最后保持的评价区域 503 决定为自适应区域。

[0112] 接着,如图 5(e) 所示,第一 PSF 算出部 111,将与已决定的自适应区域邻接的区域决定为初始区域 507。

[0113] 这样,通过重复从决定初始区域到决定自适应区域为止的处理,自适应区域划分部 110 如图 5(f) 所示将输入图像划分为多个自适应区域。

[0114] 接着,说明由 PSF 插值部 120 进行的 PSF 插值的处理的细节。在进行了划分的区域之间产生 PSF 的偏差的情况下,产生抖动的境界,所以校正后的目标图像成为具有不协调感的图像。于是,PSF 插值部 120 为了降低校正后的目标图像的不协调感,如以下所示对

PSF 进行插值。

[0115] 图 6 是表示本发明实施方式 1 涉及的 PSF 插值部 120 进行的处理 (S102) 流程的流程图。

[0116] 首先, PSF 插值部 120 从由自适应区域划分部 110 进行划分的多个自适应区域的每一个区域算出的多个 PSF 中, 选择至少包含 2 个 PSF 的 PSF 群 (S301)。例如, PSF 插值部 120 选择互相邻接的 2 个自适应区域的 PSF。

[0117] 接着, PSF 插值部 120 在选择出的 PSF 群中包含的 PSF 之间, 搜索作为对应的点的对应点 (S302)。例如, 如图 7 所示, 2 个 PSF 中的每一个分别用 1 个直线来表现的情况下, PSF 插值部 120 将 2 个 PSF 的每一个分为 N 等分 (N 为正整数)。此外, PSF 插值部 120 在 2 个 PSF 之间, 通过使分为 N 等分的 PSF 相对应来搜索对应点。此外, 例如图 8 所示, 在 2 个 PSF 中的至少一个不是用 1 个直线来表现的情况下, 可以通过 DP 匹配来搜索对应点。另外, 在这里搜索出的对应点的组合称为对应关系。

[0118] 接着, PSF 插值部 120 算出搜索出的对应点之间的距离 (S303)。具体而言, PSF 插值部 120 与图 5 的步骤 S206 相同, 例如作为距离算出 L1 范数等。在作为距离算出 L1 范数的情况下, L1 范数越小就表示类似程度越高。

[0119] 接着, PSF 插值部 120 判定所算出的距离是否比预先规定的阈值小 (S304)。就是说, PSF 插值部 120 判定 PSF 群中包含的 PSF 是否互相类似。

[0120] 在此, 在判定为距离是预先规定的阈值以上的情况下 (S304 中的“否”), PSF 插值部 120 执行步骤 S306 的处理。就是说, 在 PSF 插值部 120 判定为 PSF 之间互相不类似的情况下, 在与该 PSF 对应的自适应区域中对 PSF 不进行插值。即, 自适应区域内的各像素的 PSF 与对该自适应区域算出的 PSF 相同。

[0121] 这样, 在判定为 PSF 互相不类似的情况下, PSF 插值部 120 不对 PSF 进行插值, 这是因为与互相不类似的 PSF 对应的自适应区域中的每一个区域包含的被摄体图像是进行各自不同的动作的被摄体图像的可能性高。即, 这样在包含不同的被摄体图像的多个自适应区域中对 PSF 插值的情况下, 可能成为针对与本来不能发生的被摄体的动作对应的 PSF 进行插值。

[0122] 另一方面, 在判定为距离比预先规定的阈值小的情况下 (S302 中的“是”), PSF 插值部 120 在与该 PSF 对应的自适应区域中对 PSF 进行插值 (S305)。就是说, PSF 插值部 120 在判定为 PSF 互相类似的情况下, 对位于自适应区域的代表像素之间的像素的 PSF 进行插值。就是说, PSF 插值部 120 针对与各自适应区域内外的像素且是代表像素以外的像素的 PSF, 根据从代表像素的距离以及 PSF 的对应关系来进行插值。具体而言, PSF 插值部 120 这样进行插值, 按照想要进行插值的像素的位置和各代表像素之间的距离, 算出基于 PSF 的对应关系的新的 PSF, 将算出的 PSF 作为该像素的 PSF。

[0123] 即, PSF 插值部 120 只在判定为 PSF 互相类似的情况下, 在与该 PSF 对应的自适应区域中对 PSF 进行插值。这是因为在 PSF 类似的情况下, 与该 PSF 对应的自适应区域的每一个区域包含的被摄体图像是进行相同动作的 1 个被摄体图像的可能性高。这样在包含 1 个被摄体图像的多个自适应区域之间, 通过由 PSF 插值部 120 对 PSF 进行插值, 能够使目标图像中的自适应区域的境界上产生的不协调感减少。另外, PSF 插值部 120 可以通过线性插值、多项式插值或者样条插值 (spline interpolation) 等任一个插值方法来对 PSF 进行

插值。

[0124] 接着, PSF 插值部 120 判定是否已经选择了所有 PSF (S306)。在此, 在只要是 PSF 中的任一个没被选择的情况下 (S306 中的“否”), PSF 插值部 120 选择包含还没被选择的 PSF 的 PSF 群 (S301)。另一方面, 在所有 PSF 已被选择的情况下 (S306 中的“是”), 执行图 3 的步骤 S103 的处理。

[0125] 这样, PSF 插值部 120 利用按每个自适应区域算出的 PSF, 对位于代表每个自适应区域的像素之间的像素的 PSF 进行插值。其结果, PSF 插值部 120 在邻接的自适应区域的境界中, 能够抑制 PSF 发生不自然的大的变化。即, 图像校正部 130 能够在自适应区域的境界中生成没有不协调感的目标图像。

[0126] 接着说明由第一 PSF 算出部 111 进行的决定初始区域有关的方法。在初始区域太小的情况下, 因为第一 PSF 算出部 111 难以区分是纹理 (texture) 或是抖动, 所以难以算出 PSF。另一方面, 在初始区域太大的情况下, 进行不同动作的被摄体图像包含在初始区域中的可能性高, 所以第一 PSF 算出部 111 难以算出对应被摄体动作的 PSF。于是说明以下的按顺序从大的区域边进行缩小, 边决定初始区域的方法, 通过该方法初始区域中不包含进行不同动作的多个被摄体图像。

[0127] 图 9 是表示本发明实施方式 1 涉及的由第 1PSF 算出部 111 进行的决定初始区域有关的处理 (S201) 流程的流程图。

[0128] 首先, 候补区域选择部 111a 将输入图像的全部或者一部分区域作为候补区域来选择 (S401)。接着, 抖动方向判定部 111b, 针对选择的候补区域的像素值利用离散傅立叶转换 (DFT: Discrete Fourier Transform) 等转换为频率空间 (S402)。

[0129] 此外, 抖动方向判定部 111b 判定通过频率空间转换而得到的频率分布是否能够以 sinc 函数来表现 (S403)。若在图像空间中是矩形波, 在频率空间就能以 sinc 函数 (公式 (3)) 来表现。

[0130] 公式 (3)

$$[0131] \quad \sin c(x) = \frac{\sin(x)}{x} \quad \dots(3)$$

[0132] 因此, 在图像的抖动为单一方向的情况下, 将像素值转换为频率空间而得到的频率分布能用 sinc 函数来表现。相反, 图像的抖动不是单一方向的情况下, 将像素值转换为频率空间而得到的频率分布, 不能用 sinc 函数来表现, 而是作为多个频率成分集合的频率分布来表现。于是, 抖动方向判定部 111b, 通过判定转换为频率空间而得到的频率分布是否能用 sinc 函数来表现, 从而判定候补区域的抖动方向是否是单一的抖动方向。

[0133] 具体而言, 抖动方向判定部 111b 算出通过转换为频率空间而得到的频率分布和多个 sinc 函数中的每一个函数之间的相关值。在此多个 sinc 函数是指, 组合了多个振幅及多个相位时, 与其每一个对应的 sinc 函数。此外, 抖动方向判定部 111b, 利用 L1 范数、L2 范数或者算出正规化相关等的图像间的类似度的方法来算出相关值。

[0134] 而且, 抖动方向判定部 111b, 判定是否存在相关值超过预先规定的阈值的 sinc 函数。在此, 在存在相关值超过预先规定的阈值的 sinc 函数的情况下, 抖动方向判定部 111b 判定为频率分布能够用 sinc 函数来表现。相反, 在不存在相关值超过预先规定的阈值的

sinc 函数的情况下,抖动方向判定部 111b 判定为频率分布不能以 sinc 函数来表现。

[0135] 在此,在判定为频率分布能够用 sinc 函数表现的情况下(S403 中的“是”),因为候补区域的抖动方向是单一的抖动方向,所以初始区域决定部 111c 将候补区域决定为初始区域(S405)。

[0136] 另一方面,判定为频率分布不能用 sinc 函数表现的情况下(S403 中的“否”),因为候补区域的抖动方向不是单一的抖动方向,所以初始区域决定部 111c 不将候补区域决定为初始区域。于是,抖动方向判定部 111b 判定候补区域的大小是否比预先规定的阈值小(S404)。在此,预先规定的阈值是指表示能够算出下述 PSF 的区域的值,所述 PSF 是能够高精度地校正输入图像的抖动的 PSF。该区域的大小是按照图像被拍摄的时候的曝光时间而不同的大小。例如,在曝光时间为 1 秒左右的情况下,阈值可以是 100 像素(10×10 像素)左右的值。

[0137] 在此,在判定为候补区域的大小是预先规定的阈值以上的情况下(S404 中的“否”),候补区域选择部 111a 将小于当前的候补区域的区域选择为新的候补区域(S401)。

[0138] 另一方面,在判定为候补区域的大小小于预先规定的阈值的情况下(S404 中的“是”),初始区域决定部 111c 将现在被选择的候补区域决定为初始区域(S405)。这是因为候补区域小,所以可以想成候补区域中包含的被摄体图像是单一的被摄体图像。即,可以想出候补区域中包含的被摄体图像是向多个方向移动的被摄体的图像,所以初始区域决定部 111c 不用进一步缩小候补区域,将现在选择的候补区域决定为初始区域。

[0139] 这样,第一 PSF 算出部 111,直到判定为频率分布能够以 sinc 函数表现的时候或者直到预先规定的大小为止缩小候补区域,以此来决定初始区域。从而,第一 PSF 算出部 111 能够将不包含不同抖动方向的 PSF 的小区域决定为初始区域。

[0140] 接着,用图 10 来具体地说明由所述第一 PSF 算出部 111 进行的决定初始区域的处理的流程。

[0141] 图 10 是用于说明本发明实施方式 1 涉及的由第 1PSF 算出部 111 进行的决定初始区域有关的处理流程的图。

[0142] 首先,候补区域选择部 111a 如图 10(a) 所示,将未被决定为自适应区域的区域且比较大的区域选择为候补区域 601。另外,候补区域选择部 111a 也可以将图像的全部选择为候补区域。

[0143] 接着,抖动方向判定部 111b,将候补区域 601 的像素值通过离散傅立叶转换等转换成频率成分。图 10(b) 是示出表示被转换的频率成分的图像 602 的图。而且,抖动方向判定部 111b 如图 10(c) 所示,算出与多个振幅以及相位的 sinc 函数的每一个对应的多个图像和,表示通过转换得到的频率成分的图像 602 之间的相关值。

[0144] 因为候补区域 601 包含多个抖动方向,所以表示图 10(b) 的图像 602 成为表示频率成分的点纵横扩展的图像。从而,图像 602 和与 sinc 函数对应的图像之间的相关值小。就是说,不存在与图像 602 类似的、与 sinc 函数对应的图像。

[0145] 从而,抖动方向判定部 111b 判定为候补区域 601 的抖动方向不是单一的抖动方向。此外,候补区域选择部 111a 如图 10(d) 所示,将比候补区域 601 小的区域选择为新的候补区域 603。此外,抖动方向判定部 111b,将候补区域 603 的像素值利用离散傅立叶转换等转换为频率成分。图 10(e) 是表示被转换的频率成分的图像 604 的图。而且,抖动方向

判定部 111b 如图 10(f) 所示,算出与多个振幅以及相位的 sinc 函数的每一个对应的多个图像和,表示通过转换得到的频率成分的图像 604 之间的相关值。

[0146] 因为候补区域 603 的抖动方向是单一的抖动方向,图 10(e) 示出的图像 604 成为表示频率成分的点排列成 1 条直线的图像。从而,图像 604 和与 sinc 函数对应的图像之间的相关值大。也就是,存在与图像 604 类似的与 sinc 函数对应的图像。从而,抖动方向判定部 111b 判定为候补区域 603 的抖动方向是单一的抖动方向。此外,初始区域决定部 111c 将候补区域 603 决定为初始区域。

[0147] 这样,第一 PSF 算出部 111 通过将是否能够以 sinc 函数来表现作为判断基准以决定初始区域,从而能够判定是纹理引起的层次 (gradation),还是抖动引起的层次。

[0148] 如上所述,本实施方式涉及的图像校正装置 100 能够将输入图像划分为多个自适应区域,以使抖动相同的区域成为 1 个自适应区域。其结果,图像校正装置 100 能够按每个抖动相同的区域利用 PSF 来校正输入图像,所以能够将包含多个抖动的输入图像,高精度地校正到抖动比该输入图像少的目标图像。进而,图像校正装置 100 能够利用按每个区域算出的 PSF,对位于代表像素之间的像素的 PSF 进行插值,所以能够抑制在被划分的区域的境界中因为 PSF 的不连续而导致在目标图像上产生不协调感。此外,图像校正装置 100 即使不用输入图像以外的图像,也能校正输入图像。

[0149] 此外,图像校正装置 100 能够将输入图像划分为自适应区域,以使 PSF 类似的区域成为 1 个自适应区域。从而,图像校正装置 100 能够将拍摄往不同方向移动的多个被摄体所得到的 1 幅输入图像,划分为与被摄体对应的区域。即,因为图像校正部 130 能够利用符合每个被摄体图像的抖动方向的 PSF 来校正输入图像,所以图像校正装置 100 能够生成抖动更少的目标图像。

[0150] 此外,图像校正装置 100 因为能够将决定自适应区域的时候的初始区域决定为单一抖动方向的区域,所以能够降低在自适应区域中包含抖动方向不同的被摄体图像的可能性。即,因为图像校正装置 100 能够利用符合每个被摄体图像的抖动方向的 PSF 来校正输入图像,所以能够生成抖动更少的目标图像。

[0151] 此外,PSF 插值部 120 对 PSF 互相不类似的自适应区域不进行 PSF 插值。从而,PSF 插值部 120 能够降低对进行互相不同的动作的被摄体图像的境界进行 PSF 插值的可能性。即,PSF 插值部 120 能够降低与不同于实际被摄体的动作的动作相对应的 PSF 插值的可能性。

[0152] 另外,在本实施方式中,自适应区域划分部 110 决定自适应区域时使 PSF 类似的区域成为 1 个区域,但是适用本发明的图像校正装置 100,不限于这样的图像校正装置。例如,自适应区域划分部 110,利用类似的纹理是进行相同动作的可能性高的预见性知识,将输入图像划分为多个自适应区域,该多个自适应区域分别是抖动相同的区域。此外,自适应区域划分部 110,例如,还并用计算机视觉 (computer vision) 领域中使用的区域划分方法 (例如图表切割等),将输入图像划分为多个自适应区域,该多个自适应区域分别是抖动相同的区域。这样,自适应区域划分部 110 能够进行灵活的纹理划分。

[0153] 此外,在已经知道多幅图像中动作小等输入图像的特性的情况下 (如集体照片一样动作少的情况),图像校正装置 100 可以利用图像间差分等从延长曝光时间所拍摄的多幅图像中只提取有动作的区域,并只对提取的区域进行上述的 PSF 插值以及图像校正。这

样,图像校正装置 100 能够减少总的计算成本、存储器成本等。

[0154] 此外,在本实施方式中,第一 PSF 算出部 111 一边缩小候补区域一边决定初始区域,不过,也可以将例如与输入图像的曝光时间对应的预先规定的大小的区域决定为初始区域。这个情况下,优选的是数据记忆部 106 中存储有使曝光时间和区域的大小相对应的表。此外,第一 PSF 算出部 111 通过参考数据记忆部 106 中存储的表,获得与输入图像的曝光时间对应的区域的大小,将获得的大小的区域决定为初始区域。

[0155] (实施方式 2)

[0156] 下面,参考附图来说明本发明的实施方式 2。

[0157] 实施方式 2 涉及的图像校正装置 200 和实施方式 1 涉及的图像校正装置 100,在程序存储部 107 具备的自适应区域划分的构成不同,其他的构成要素相同。因此,下面针对与实施方式 1 的构成相同的构成的方框图以及具有相同的处理流程的流程图,省略图示及说明。此外,具有与实施方式 1 的构成要素相同的功能的构成要素赋予相同的符号,省略说明。

[0158] 图 11 是表示本发明的实施方式 2 涉及的程序存储部 107 的功能构成的方框图。

[0159] 本实施方式涉及的自适应区域划分部 210 根据是否是单一的抖动方向,将抖动相同的区域决定为 1 个自适应区域。如图 11 所示,自适应区域划分部 210 具备候补区域选择部 211、抖动方向判定部 212、自适应区域决定部 213、PSF 算出部 214。

[0160] 候补区域选择部 211 决定作为输入图像的全部或者一部分区域的候补区域。此外,候补区域选择部 211 在由抖动方向判定部 212 判定为不是单一的抖动方向的情况下,将小于候补区域的区域选择为新的候补区域。

[0161] 抖动方向判定部 212 对由候补区域选择部 211 选择的候补区域的抖动方向是否是单一的抖动方向进行判定。

[0162] 自适应区域决定部 213 在由抖动方向判定部 212 判定为是单一的抖动方向的情况下,将候补区域决定为自适应区域。就是说,自适应区域决定部 213 根据是否是单一的抖动方向,将抖动相同的区域决定为 1 个自适应区域。

[0163] PSF 算出部 214 算出由自适应区域决定部 213 决定的自适应区域的 PSF。

[0164] 下面,对如上述构成的自适应区域划分部 210 的动作进行说明。

[0165] 图 12 是表示本发明实施方式 2 涉及的自适应区域划分部 210 的处理 (S101) 流程的流程图。

[0166] 首先,候补区域选择部 211 将输入图像的全部或者一部分区域选择为候补区域 (S501)。接着,抖动方向判定部 212 通过离散傅立叶转换等将选择的候补区域的像素值转换为频率空间 (S502)。

[0167] 此外,抖动方向判定部 212 判定通过频率空间转换而得到的频率分布是否能够以 sinc 函数来表现 (S503)。就是说,抖动方向判定部 212 判定在候补区域中抖动方向是否是单一方向。

[0168] 具体而言,抖动方向判定部 212 算出通过转换为频率空间而得到的频率分布和多个 sinc 函数中的每一个函数之间的相关值。在此多个 sinc 函数是指,组合了多个振幅及多个相位时,与每一个对应的 sinc 函数。此外,抖动方向判定部 212,利用 L1 范数、L2 范数或者算出正规化相关等的图像间的类似度的方法来算出相关值。

[0169] 而且,抖动方向判定部 212,判定在多个 sinc 函数中是否存在相关值超过预先规定的阈值的 sinc 函数。在此,在存在相关值超过预先规定的阈值的 sinc 函数的情况下,抖动方向判定部 212 判定为频率分布能够用 sinc 函数来表现。相反,在不存在相关值超过预先规定的阈值的 sinc 函数的情况下,抖动方向判定部 212 判定为频率分布不能用 sinc 函数来表现。

[0170] 在此,在判定为频率分布能用 sinc 函数来表现的情况下(S503 中的“是”),因为候补区域的抖动方向是单一的抖动方向,所以自适应区域决定部 213 将候补区域决定为自适应区域(S505)。

[0171] 另一方面,在判定为频率分布不能用 sinc 函数来表现的情况下(S503 中的“否”),因为候补区域的抖动方向不是单一的抖动方向,所以自适应区域决定部 213 不将候补区域决定为自适应区域。于是,抖动方向判定部 212 判定候补区域的大小是否比预先规定的阈值小(S504)。在此,预先规定的阈值是指表示能够算出下述 PSF 的区域的值,所述 PSF 是能够高精度地校正输入图像的抖动的 PSF。该区域的大小是按照图像被拍摄的时候的曝光时间而不同的大小。例如,在曝光时间为 1 秒左右的情况下,阈值可以利用 100 像素(10×10 像素)左右的值。

[0172] 在此,在判定为候补区域的大小是预先规定的阈值以上的情况下(S504 中的“否”),候补区域选择部 211 选择小于当前的候补区域的区域,以作为新的候补区域(S501)。

[0173] 另一方面,在判定为候补区域的大小小于预先规定的阈值的情况下(S504 中的“是”),自适应区域决定部 213 将现在选择的候补区域决定为自适应区域(S505)。这是因为候补区域小,所以可以想成候补区域中包含的被摄体图像是单一的被摄体的图像。即,可以想到候补区域中包含的被摄体图像是向多个方向移动的单一的被摄体图像,所以自适应区域决定部 213 不用进一步缩小候补区域,将现在选择的候补区域决定为自适应区域。

[0174] 这样,第一 PSF 算出部 111,直到判定为频率分布能用 sinc 函数表现为止,或者到预先规定的大小为止,一边缩小候补区域一边决定自适应区域。从而,第一 PSF 算出部 111 能够将不包含不同抖动方向的 PSF 的区域决定为自适应区域。

[0175] 另外,如上述一边缩小区域一边决定自适应区域的时候,以是否是单一的抖动方向作为判断基准,这是因为开始时选择比较大的区域作为候补区域,所以区域内包含动作方向不同的多个被摄体图像的可能性高。即,在一边缩小区域一边决定自适应区域的时候,将 PSF 的类似度作为判断基准,以决定自适应区域的情况下,将包含不同抖动方向的 PSF 的区域决定为自适应区域的可能性高。

[0176] 如上所述,本实施方式涉及的图像校正装置 200,因为能够将单一的抖动方向的区域决定为自适应区域,所以在划分输入图像的时候,能够抑制将包含向不同方向移动的多个被摄体图像的区域作为一个自适应区域来划分。即,图像校正装置 200 因为能够利用与被摄体图像的抖动方向对应的 PSF 来校正输入图像,从而能够生成抖动更少的目标图像。

[0177] 以上,根据实施方式对本发明的图像校正装置进行了说明,不过,本发明不被这些实施方式所限制。只要不超出本发明的宗旨,则技术者想出的各种变形例实施在本实施方式的例子,或者对不同实施方式中的构成要素进行组合而构筑的例子也都包括在本发明的范围内。

[0178] 例如,构成上述实施方式涉及的图像校正装置的构成要素的一部分或者全部可以由一个系统大规模集成电路 (LSI:Large Scale Integration) 来构成。系统 LSI 是将多个构成部集积在 1 个芯片上制造的是超多功能 LSI。具体而言,系统 LSI 是包含微处理器、ROM(Read Only Memory) 以及 RAM(Random Access Memory) 等构成的计算机系统。进一步具体而言,例如,如图 13 所示,自适应区域划分部 110、PSF 插值部 120、图像校正部 130,可以由从 1 个系统 LSI300 构成。

[0179] 此外,本发明可以作为具备所述实施方式涉及的图像校正装置和由光学系统及成像器件等构成的摄影部的图像摄影装置来实现。

[0180] 本发明涉及的图像校正装置等具有高精度的被摄体抖动校正功能,因为能够实现数字图片相机或者安防相机的高感度化,所以有用于夜间摄影、暗环境下的利用相机的保安等。

[0181] 符号说明

[0182] 100,200 图像校正装置

[0183] 101 演算控制部

[0184] 102 存储器部

[0185] 103 显示部

[0186] 104 输入部

[0187] 105 通信 I/F 部

[0188] 106 数据记忆部

[0189] 107 程序存储部

[0190] 108 总线

[0191] 110,210 自适应区域划分部

[0192] 111 第一 PSF 算出部

[0193] 111a,211 候补区域选择部

[0194] 111b,212 抖动方向判定部

[0195] 111c 初始区域决定部

[0196] 112 区域保持部

[0197] 113 第二 PSF 算出部

[0198] 114 类似度判定部

[0199] 115,213 自适应区域决定部

[0200] 120PSF 插值部

[0201] 130 图像校正部

[0202] 214PSF 算出部

[0203] 300 系统 LSI

[0204] 400 相机

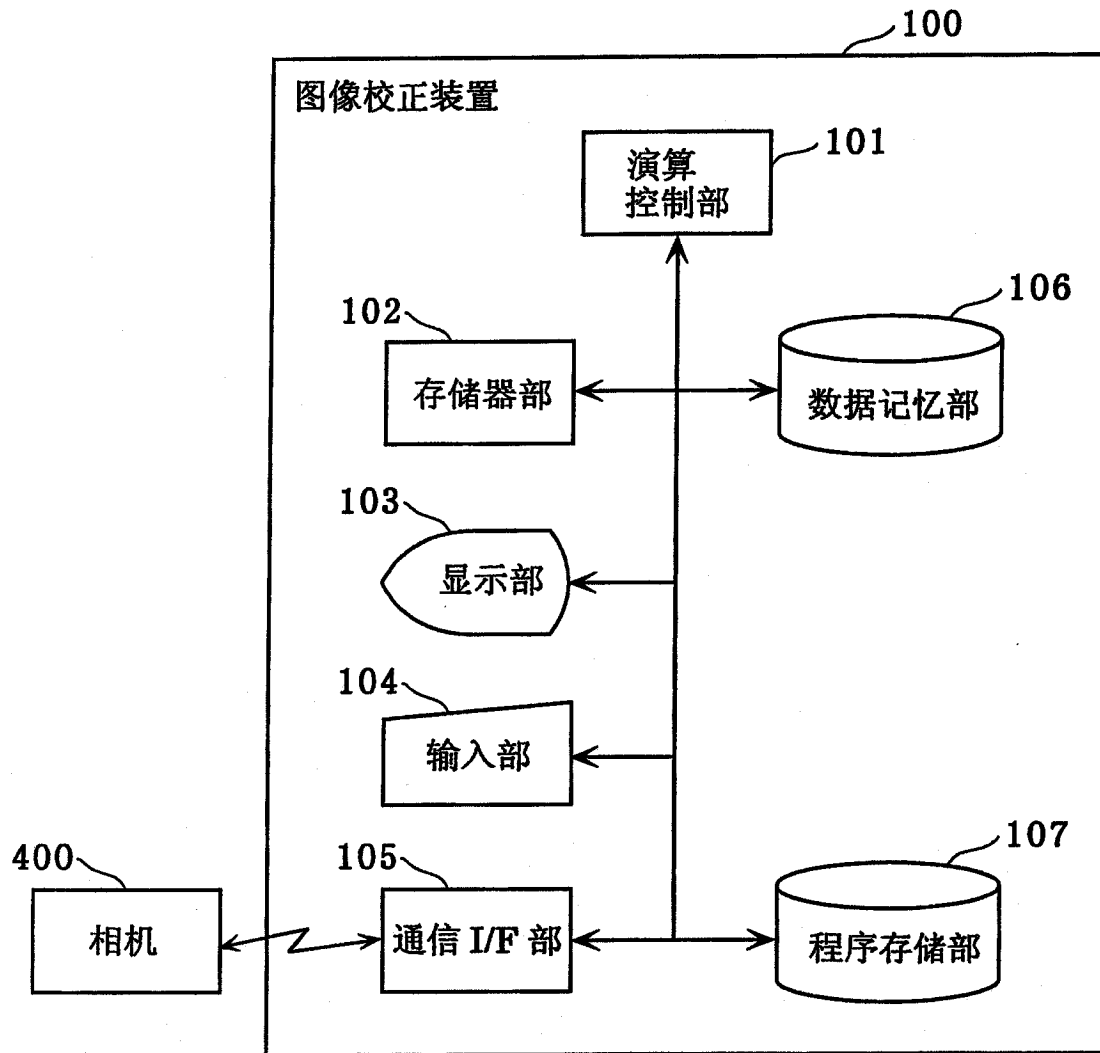


图 1

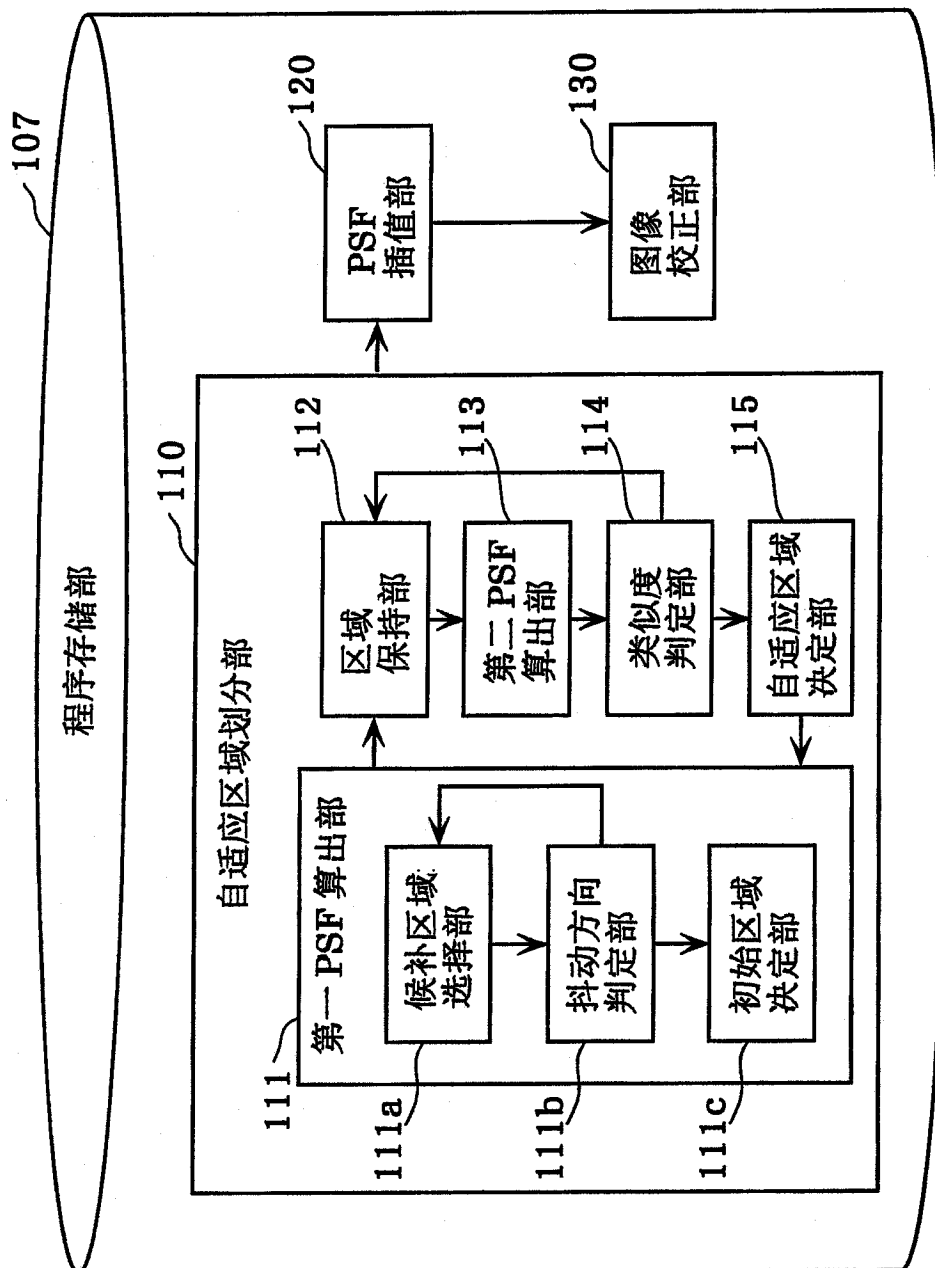


图 2

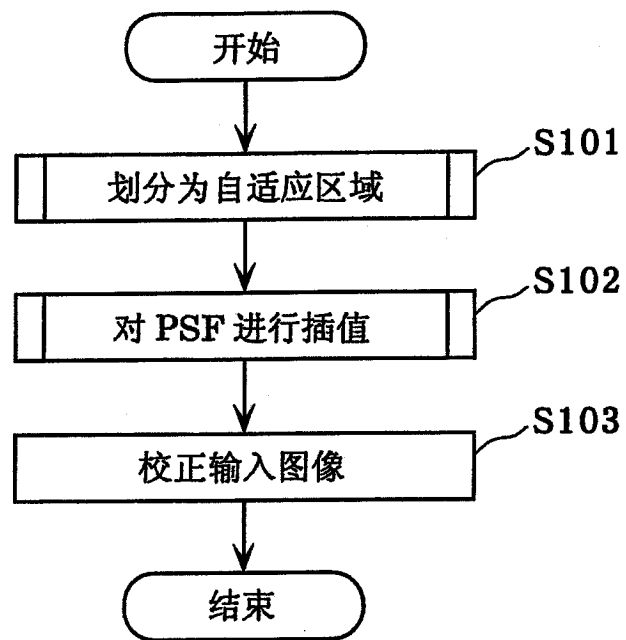


图 3

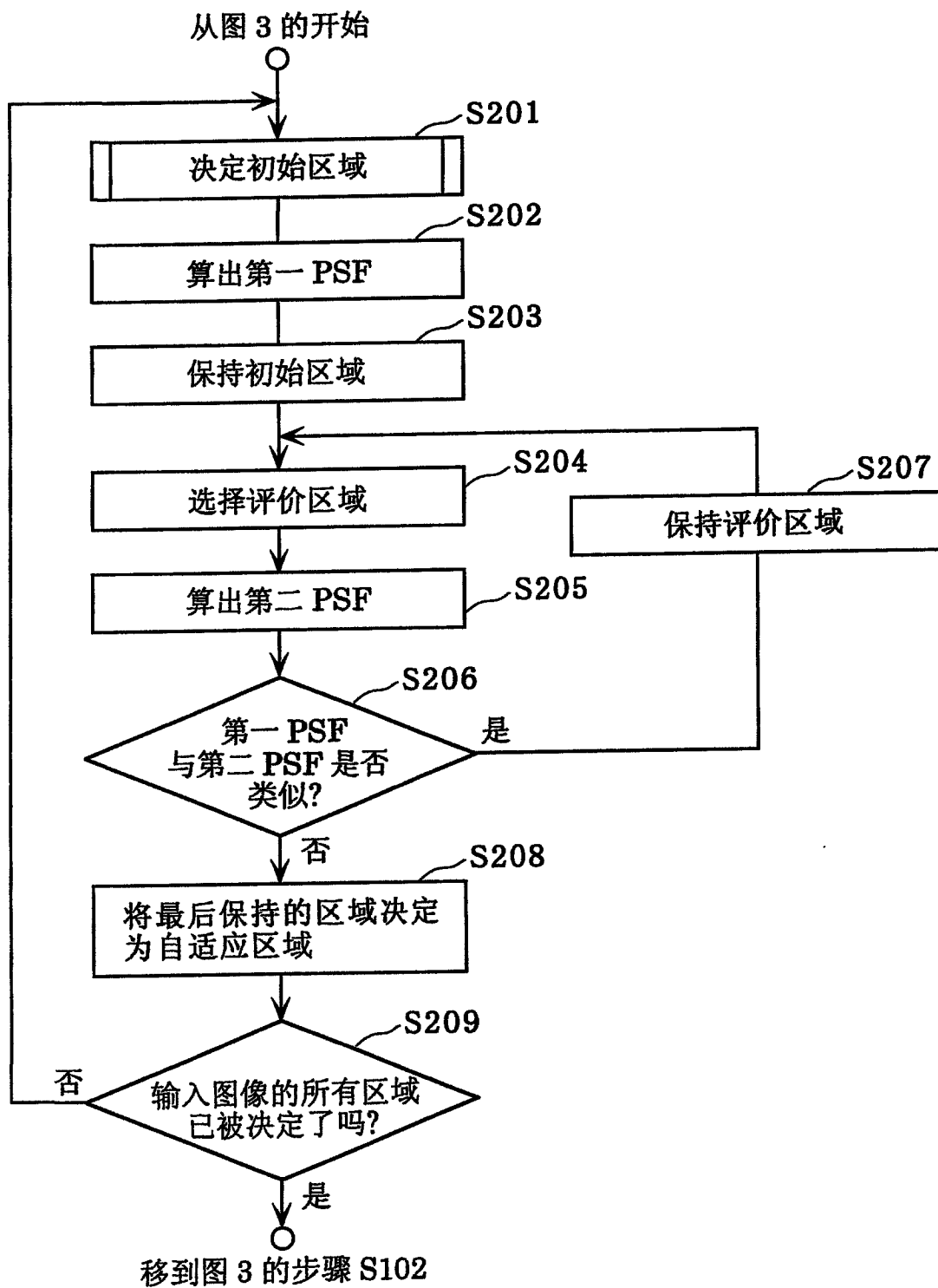


图 4

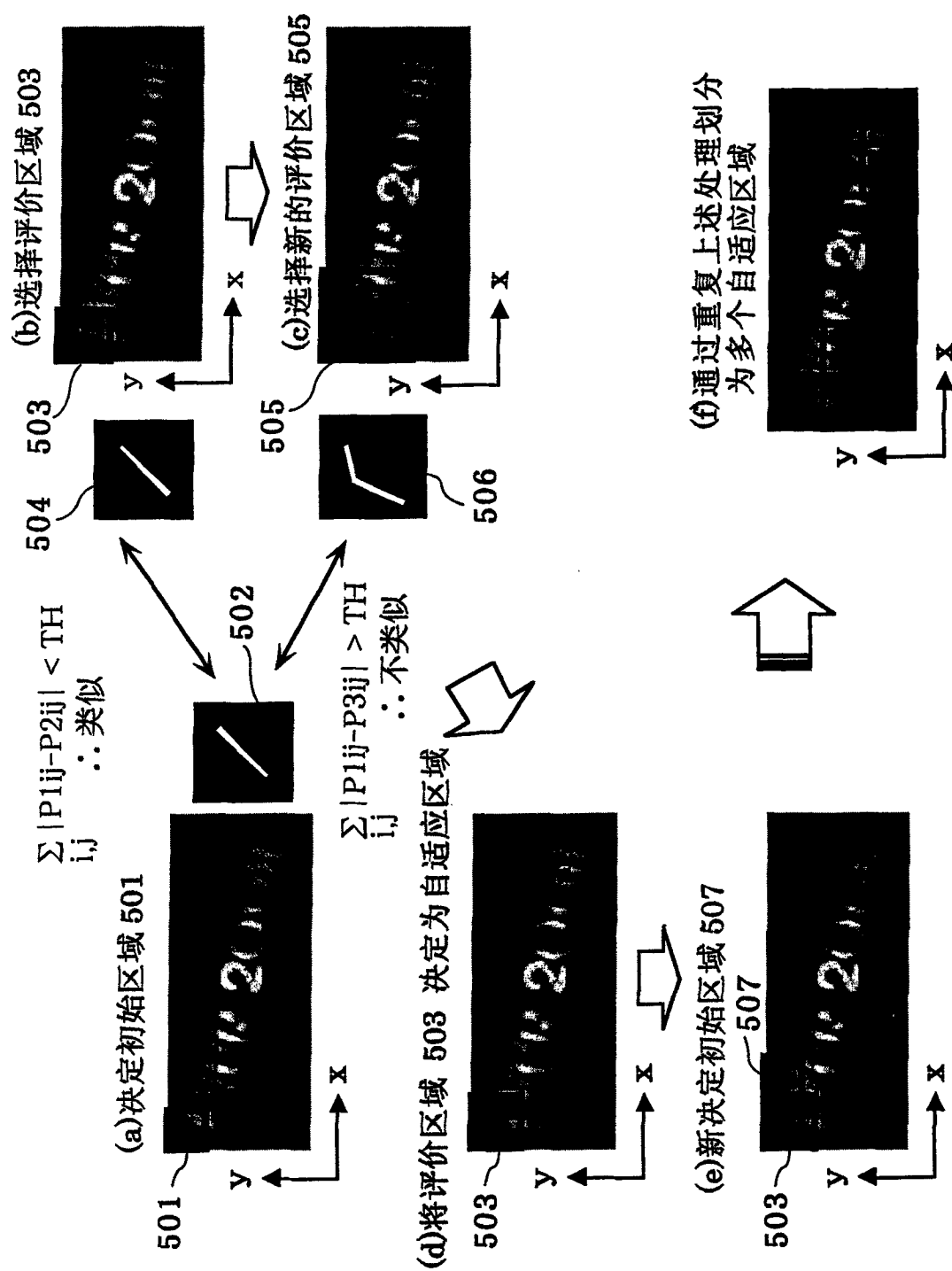


图 5

从图 3 的步骤 S101

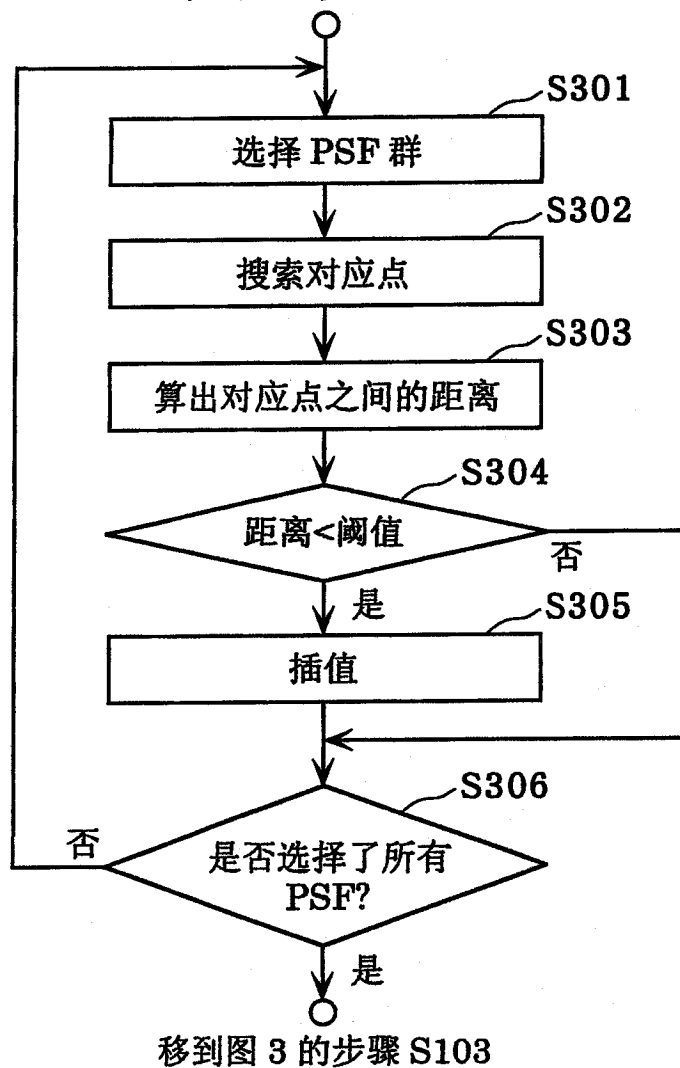


图 6

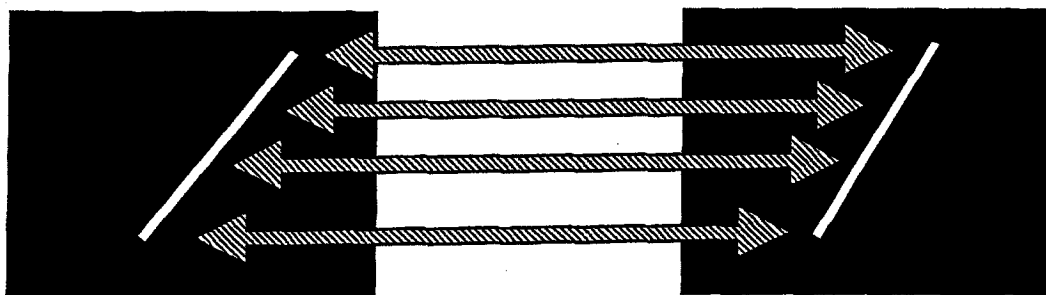


图 7

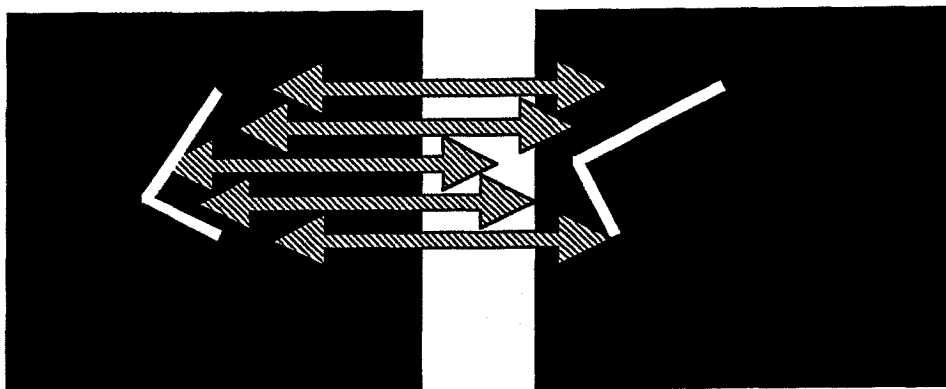


图 8

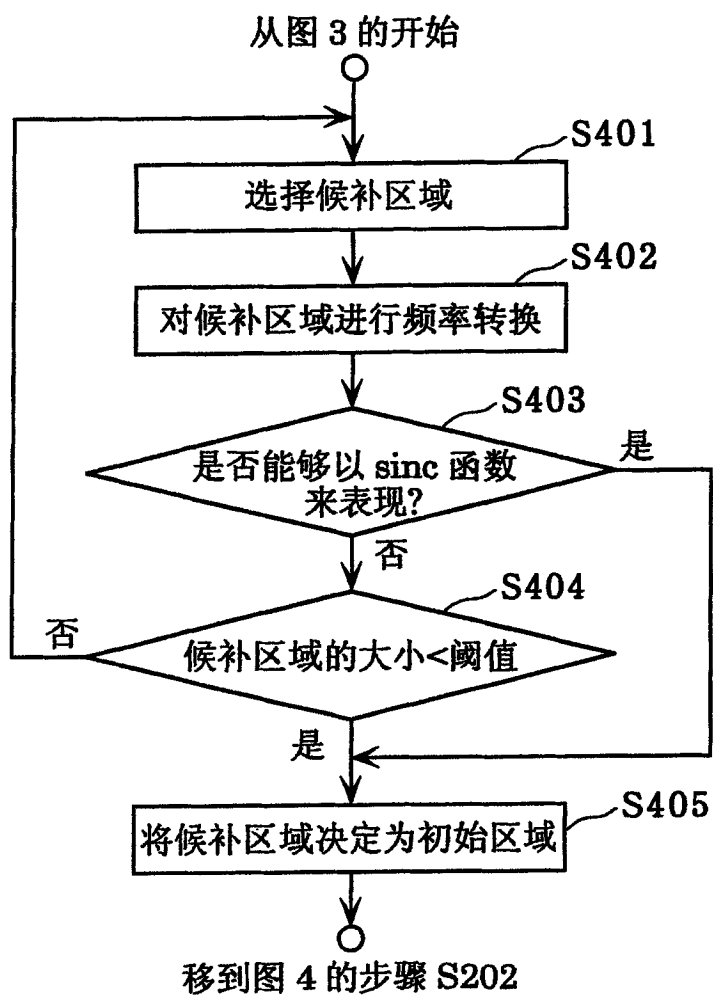


图 9

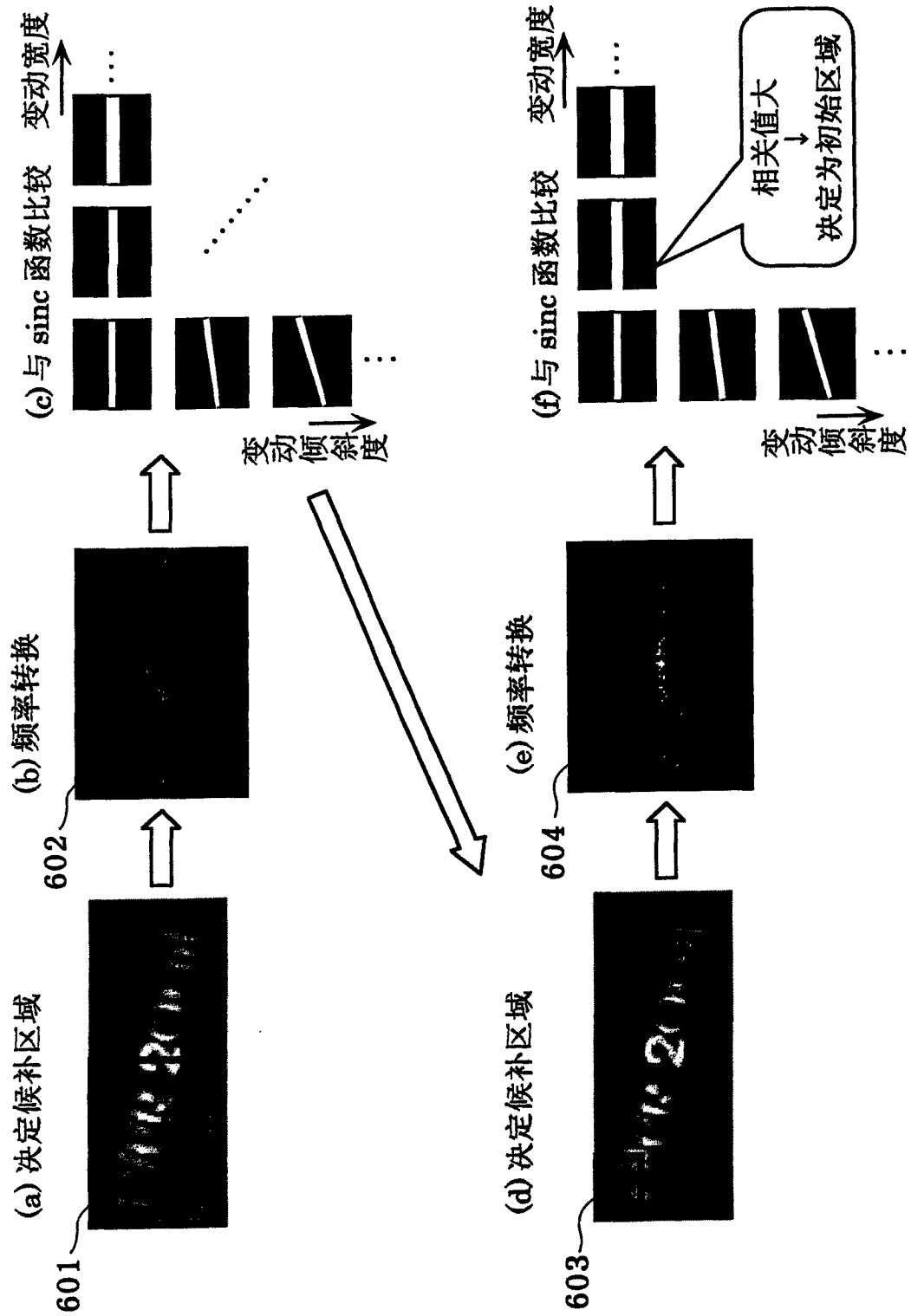


图 10

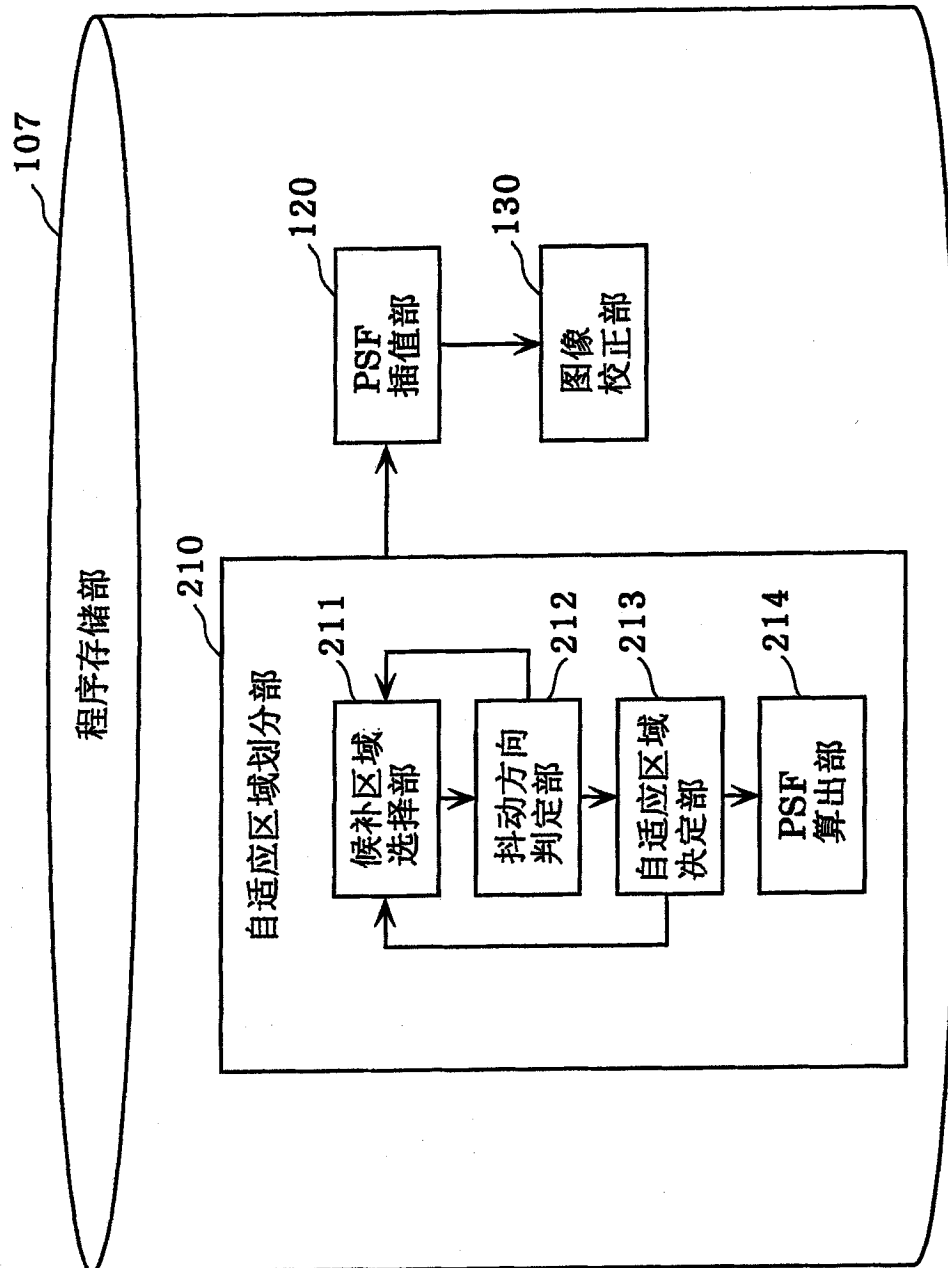


图 11

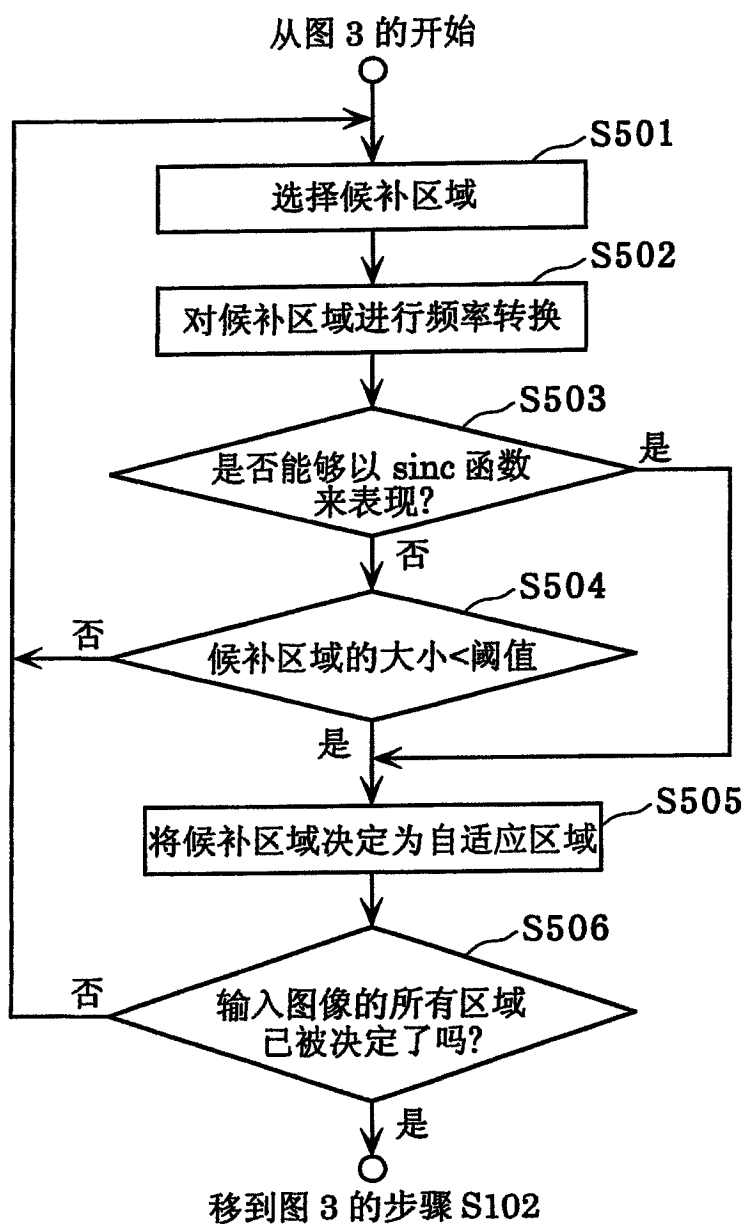


图 12

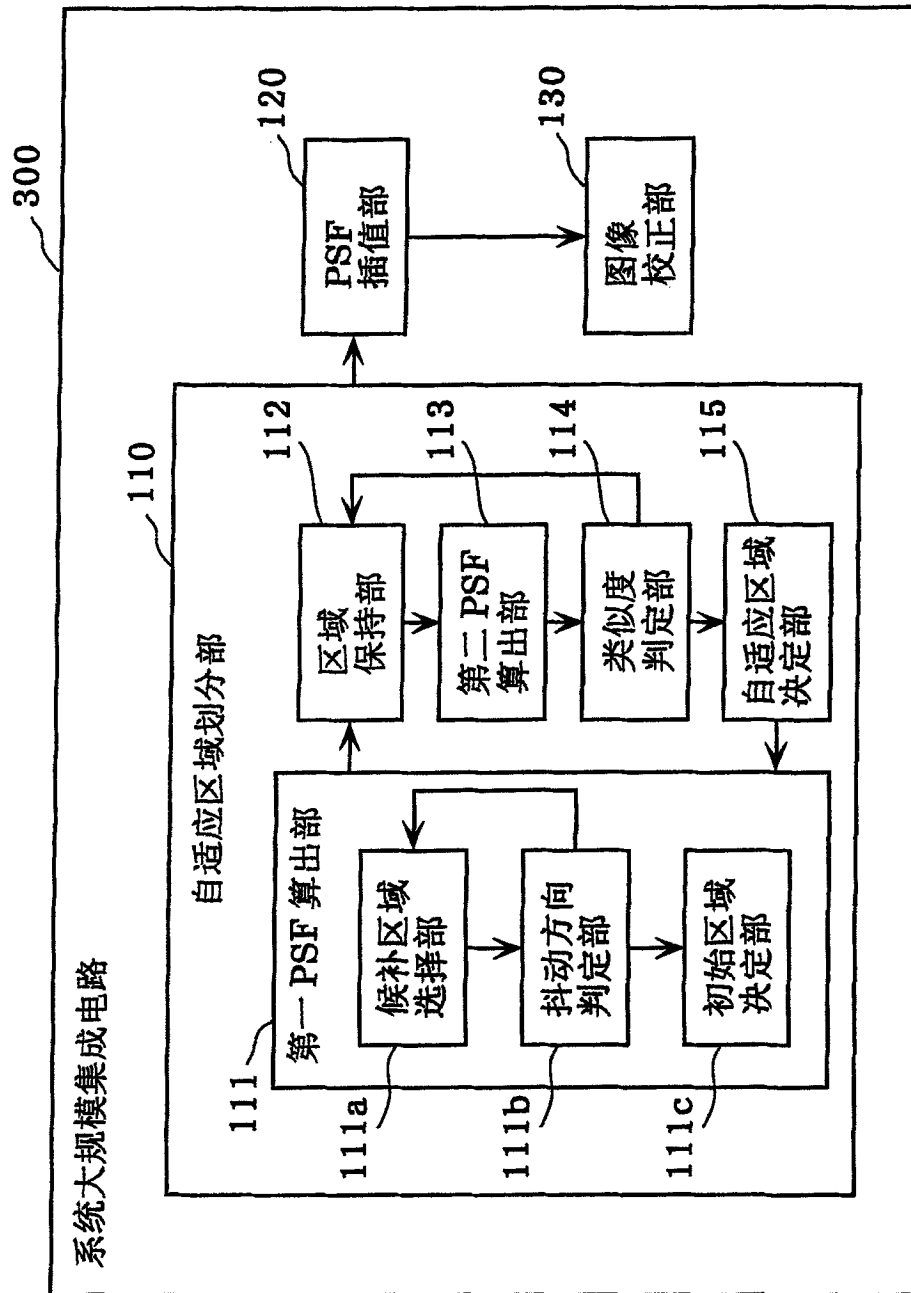


图 13

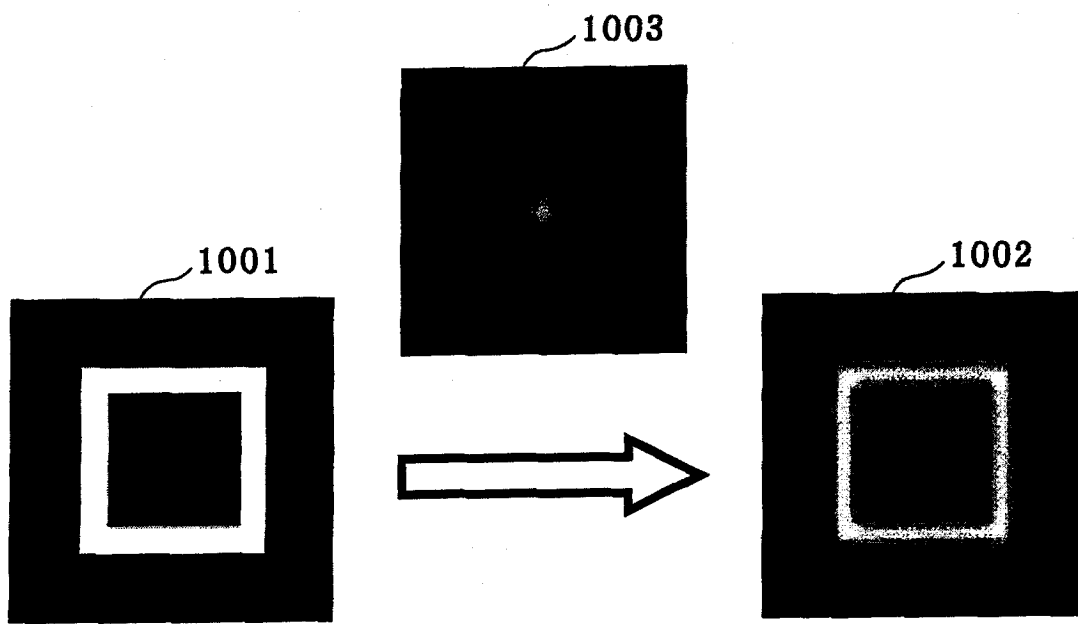


图 14A

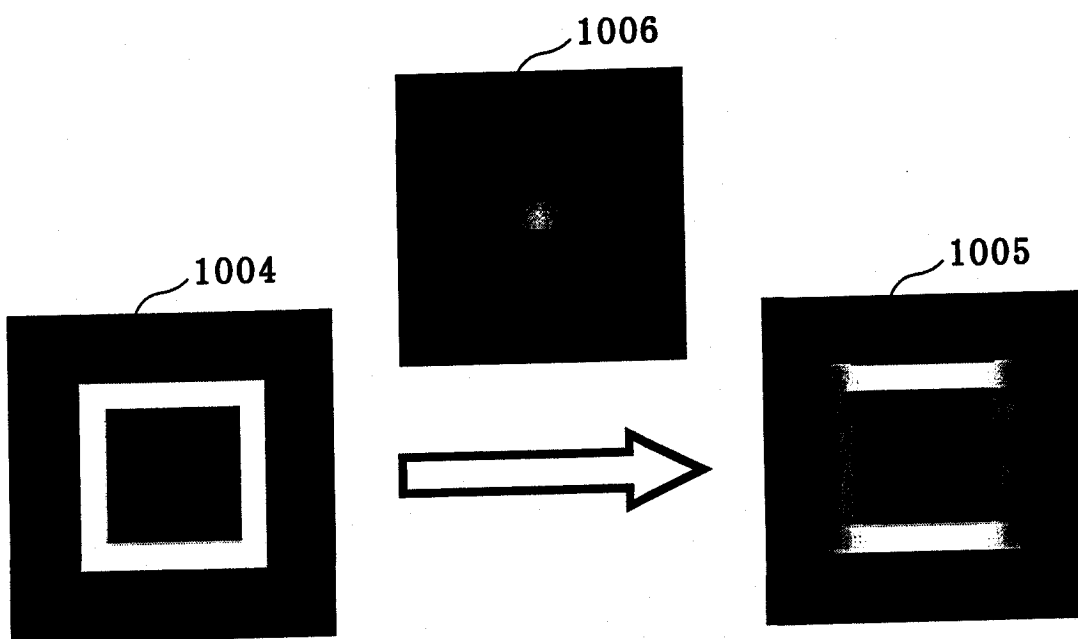


图 14B