



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104981840 B

(45)授权公告日 2017.07.14

(21)申请号 201480008175.5

(22)申请日 2014.01.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104981840 A

(43)申请公布日 2015.10.14

(30)优先权数据

2013-242835 2013.11.25 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.08.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/050489 2014.01.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/075952 JA 2015.05.28

(73)专利权人 日本系统工具株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 近藤健

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.

G06T 5/00(2006.01)

H04N 1/409(2006.01)

H04N 5/21(2006.01)

(56)对比文件

US 2011188775 A1,2011.08.04,

US 2011188775 A1,2011.08.04,

US 2010040300 A1,2010.02.18,

Kaiming He.Single Image Haze Removal

Using Dark Channel Prior.《IEEE

TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND

MACHINE INTELLIGENCE》.IEEE,2010,第33卷第

1-13页.

审查员 张伯

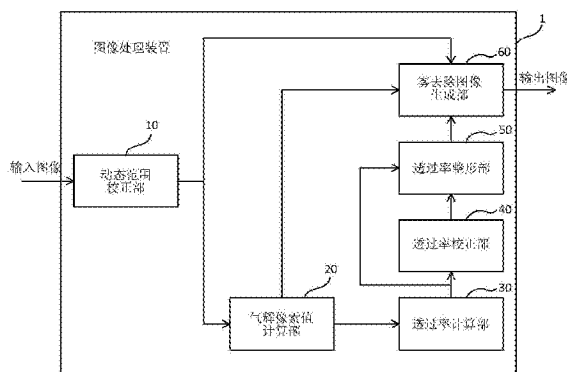
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

图像处理装置以及图像处理方法

(57)摘要

以较低的处理负荷高速地去除图像中的雾。具有:暗通道图像生成部(20),其根据输入图像,生成暗通道图像;透过率图像生成部(30),其根据暗通道图像生成部(20)生成的暗通道图像和气辉像素值,生成透过率图像;透过率校正部(40),其对透过率图像生成部(30)生成的透过率图像进行校正;以及雾去除图像生成部(60),其根据由透过率校正部(40)校正后的透过率图像、气辉像素值以及输入图像,去除输入图像中的雾。



1. 一种图像处理装置,其中,该图像处理装置具有:

暗通道图像生成部,其根据输入图像,生成暗通道图像;

透过率图像生成部,其根据所述暗通道图像生成部生成的所述暗通道图像和气辉像素值,生成透过率图像;

透过率校正部,其对所述透过率图像生成部生成的所述透过率图像进行校正;以及

雾去除图像生成部,其根据由所述透过率校正部校正后的透过率图像、所述气辉像素值以及所述输入图像,去除所述输入图像中的雾,

所述透过率校正部将所述透过率图像分割成规定区域,利用分割后的各规定区域的各像素的透过率的平均值进行二值化,且根据所述各规定区域中的被二值化的各值的个数和所述各规定区域内的各值的透过率的平均值,选择所述各规定区域内的各像素的透过率。

2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

该图像处理装置具有透过率整形部,该透过率整形部将由所述透过率校正部校正后的所述透过率图像的各像素的透过率与所述透过率图像生成部生成的所述透过率图像的各像素的透过率相乘,且对相乘后得到的值进行平方根运算,由此,对所述透过率图像进行整形,

所述雾去除图像生成部根据由所述透过率整形部整形后的所述透过率图像、所述气辉像素值以及所述输入图像,去除所述输入图像中的雾。

3. 根据权利要求1或2所述的图像处理装置,其中,

该图像处理装置具有范围校正部,该范围校正部扩大输入图像的范围,

所述暗通道图像生成部根据由所述范围校正部扩大了范围的图像,生成暗通道图像,

所述雾去除图像生成部根据由所述透过率校正部校正后的所述透过率图像、所述气辉像素值以及由所述范围校正部扩大了范围的所述图像,去除所述图像中的雾。

4. 根据权利要求3所述的图像处理装置,其中,

所述范围校正部具有:

第1范围校正部,其扩大所述输入图像的区域的范围;

第2范围校正部,其将所述输入图像分割成多个区域,且扩大分割后的多个区域的范围;以及

合成部,其合成由所述第1范围校正部扩大了范围的图像和由所述第2范围校正部扩大了范围的图像。

5. 根据权利要求4所述的图像处理装置,其中,

所述合成部对由所述第1范围校正部扩大了范围的图像乘以第1系数,对由所述第2范围校正部扩大了范围的图像乘以第2系数,对这些图像进行相加。

6. 根据权利要求4所述的图像处理装置,其中,

所述第2范围校正部对扩大了范围的图像执行插值处理。

7. 根据权利要求5所述的图像处理装置,其中,

所述第2范围校正部对扩大了范围的图像执行插值处理。

8. 一种图像处理方法,该图像处理方法去除图像中的雾,其中,

该图像处理方法包括:

暗通道图像生成步骤,根据输入图像,生成暗通道图像;

透过率图像生成步骤,根据通过所述暗通道图像生成步骤生成的所述暗通道图像和气辉像素值,生成透过率图像;

透过率校正步骤,对通过所述透过率图像生成步骤生成的所述透过率图像进行校正;以及

雾去除图像生成步骤,根据通过所述透过率校正步骤校正后的透过率图像、所述气辉像素值以及所述输入图像,去除所述输入图像中的雾,

在所述透过率校正步骤中,将所述透过率图像分割成规定区域,利用分割后的各规定区域的各像素的透过率的平均值进行二值化,且根据所述各规定区域中的被二值化的各值的个数和所述各规定区域内的各值的透过率的平均值,选择所述各规定区域内的各像素的透过率。

图像处理装置以及图像处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及去除图像中的雾的图像处理装置以及图像处理方法。

背景技术

[0002] 作为去除图像中的雾的图像处理方法,例如已知有非专利文献1所记载的方法。在该图像处理方法中,图像处理装置通过将输入图像的各像素(各pixel)的像素值(R、G、B)除以气辉的像素值(R、G、B),对输入图像进行校正。另外,图像处理装置使用被称为暗通道(Dark Channel)的局部区域中的R、G、B的最小值,推定已校正的输入图像的雾的密度。然后,图像处理装置根据雾的密度,计算粗略精度的透过率。而且,图像处理装置使用被称为软抠图(soft matting)的方法,计算精细精度的透过率。图像处理装置使用该透过率,去除图像中的雾。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 非专利文献1:K.He,J.Sun and X.Tang、“Single Image Haza Romoval Using Dark Channel Prior”CVPR,2009

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 如上所述,图像处理装置在局部区域中求出暗通道。该局部区域优选是透过率被视为固定的区域。但是,在上述的非专利文献1所记载的方法中,局部区域为以求出暗通道的像素为中心的预先规定的大小的区域。因此,局部区域中的透过率不固定且不均匀。从而,虽然在上述的非专利文献1的方法中图像处理装置通过软抠图进行均匀化处理,但是软抠图的处理负荷高,需要处理时间。

[0008] 本发明正是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种以较低的处理负荷高速地去除图像中的雾的图像处理装置、图像处理方法以及控制程序。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 为了实现上述目的,在本发明中提供图像处理装置,该图像处理装置具有:暗通道图像生成部,其根据输入图像,生成暗通道图像;透过率图像生成部,其根据暗通道图像生成部生成的暗通道图像和气辉像素值,生成透过率图像;透过率校正部,其对透过率图像生成部生成的透过率图像进行校正;以及雾去除图像生成部,其根据由透过率校正部校正后的透过率图像、气辉像素值以及输入图像,去除输入图像中的雾。

[0011] 另外,在本发明中,透过率校正部将透过率图像分割成规定区域,利用分割后的各规定区域的各像素的透过率的平均值进行二值化,且根据各规定区域中的被二值化的各值的个数和各规定区域内的各值的透过率的平均值,选择各规定区域内的各像素的透过率。根据这样的结构,与软抠图相比,能够在不增加处理负荷的情况下进行透过率的均匀化。

[0012] 另外,在本发明中,透过率校正部对透过率图像执行形态学处理。根据这样的结

构,也能够在不增加处理负荷的情况下进行透过率的均匀化。

[0013] 另外,在本发明中,具有透过率整形部,该透过率整形部将由透过率校正部校正后的透过率图像的各像素的透过率与透过率图像生成部生成的透过率图像的各像素的透过率相乘,且对相乘后得到的值进行平方根运算,由此,对透过率图像进行整形,雾去除图像生成部根据由透过率整形部整形后的透过率图像、气辉像素值以及输入图像,去除输入图像中的雾。根据这样的结构,能够在透过率校正部进行了透过率图像的校正的情况下抑制光晕的产生。

[0014] 另外,在本发明中,具有范围校正部,该范围校正部扩大输入图像的范围,暗通道图像生成部根据由范围校正部扩大了范围的图像,生成暗通道图像,雾去除图像生成部根据由透过率校正部校正后的透过率图像、气辉像素值以及由范围校正部扩大了范围的图像,去除图像中的雾。根据这样的结构,能够扩大输入图像的动态范围来降低图像中的雾。

[0015] 另外,在本发明中,范围校正部具有:第1范围校正部,其扩大输入图像的区域的范围;第2范围校正部,其将输入图像分割成多个区域,且扩大分割后的多个区域的范围;以及合成部,其合成由第1范围校正部扩大了范围的图像和由第2范围校正部扩大了范围的图像。根据这样的结构,在多个分层中合成范围扩大后的图像,能够更可靠地实现雾的降低。

[0016] 另外,在本发明中,合成部对由第1范围校正部扩大了范围的图像乘以第1系数,对由第2范围校正部扩大了范围的图像乘以第2系数,且对这些图像进行相加。根据这样的结构,能够在对各图像进行了加权的基础上进行图像的合成。

[0017] 另外,在本发明中,第2范围校正部对扩大了范围的图像执行插值处理。因此,能够在分割后的区域之间具有像素值的连续性。

[0018] 在本发明中提供去除图像中的雾的图像处理方法,该图像处理方法包括:暗通道图像生成步骤,根据输入图像,生成暗通道图像;透过率图像生成步骤,根据通过暗通道图像生成步骤生成的暗通道图像和气辉像素值,生成透过率图像;透过率校正步骤,对通过透过率图像生成步骤生成的透过率图像进行校正;以及雾去除图像生成步骤,根据通过透过率校正步骤校正后的透过率图像、气辉像素值以及输入图像,去除输入图像中的雾。

[0019] 在本发明中提供使图像处理装置的运算装置执行下述处理的控制程序:暗通道图像生成处理,根据输入图像,生成暗通道图像;透过率图像生成处理,根据通过暗通道图像生成处理生成的暗通道图像和气辉像素值,生成透过率图像;透过率校正处理,对通过透过率图像生成处理生成的透过率图像进行校正;以及雾去除图像生成处理,根据通过透过率校正处理校正后的透过率图像、气辉像素值以及输入图像,去除输入图像中的雾。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明,能够以较低的处理负荷高速地去除图像中的雾。

附图说明

[0022] 图1是示出第1实施方式的图像处理装置的结构框图。

[0023] 图2是示出图1所示的动态范围校正部的结构框图。

[0024] 图3是用于说明第1实施方式的图像处理方法的流程图。

[0025] 图4是示出1区分割扩大部、4区分割扩大部以及9区分割扩大部的直方图的生成对象的区域的图。

- [0026] 图5是示出区分割扩大部生成的直方图的一例的图。
- [0027] 图6是用于说明双线性 (bilinear) 插值处理的图。
- [0028] 图7是示出透过率校正部进行的透过率校正处理的流程图。
- [0029] 图8是示出第2实施方式的图像处理装置的结构框图。
- [0030] 图9是用于说明第2实施方式的图像处理方法的流程图。

具体实施方式

[0031] 下面,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。但是,本发明并不限于此。另外,在附图中,为了说明实施方式,有时对一部分进行放大或者强调记载等、适当地改变比例尺来表示。

[0032] <第1实施方式>

[0033] 图1是示出第1实施方式的图像处理装置1的结构框图。图1所示的图像处理装置1是进行去除图像中的雾的处理作为图像处理的装置。在此,所谓的雾是微小的水粒在大气中浮游而导致可见度降低的现象。雾也被称为霭或者霞等。此外,不限于雾,也包括由于大气中的微粒子而难以观察图像中的被摄体的现象。此外,图像包括静止图像和动态图像。如图1所示,图像处理装置1具有:动态范围校正部(范围校正部)10、气辉像素值计算部(暗通道图像生成部)20、透过率计算部(透过率图像生成部)30、透过率校正部40、透过率整形部50以及雾去除图像生成部60。动态范围校正部10进行扩大图像的动态范围的处理(预处理)。通过进行这样的处理,能够降低图像中的雾。

[0034] 图2是示出图1所示的动态范围校正部10的结构框图。如图2所示,动态范围校正部10具有:1区分割扩大部(第1范围校正部)11、4区分割扩大部(第2范围校正部)12、9区分割扩大部(第2范围校正部)13以及区合成部(合成部)14。输入图像的各像素的像素值在途中分路而分别输出到1区分割扩大部11、4区分割扩大部12以及9区分割扩大部13。

[0035] 1区分割扩大部11对输入图像的整个区域的动态范围进行扩大。如图2所示,1区分割扩大部11包括第1直方图生成部11a、范围计算部11b以及范围扩大部11c。第1直方图生成部11a生成输入图像的整个区域的直方图。直方图是表示有多少某明亮度的像素的表(参照图5)。范围计算部11b使用第1直方图生成部11a生成的输入图像的整个区域的直方图,去除(消除)输入图像的噪声成分。范围扩大部11c进行范围扩大处理,在该范围扩大处理中将由范围计算部11b去除了输入图像的噪声成分的范围扩大成规定的范围。然后,范围扩大部11c向区合成部14输出范围扩大后的各像素的像素值。

[0036] 4区分割扩大部12将输入图像的区域分割成4个区域(区),且扩大分割后的4个区域各自的动态范围。如图2所示,4区分割扩大部12包括第2直方图生成部12a、范围计算部12b以及范围扩大部12c。第2直方图生成部12a将输入图像的区域分割成4个区域,生成分割后的4个区域各自的直方图。范围计算部12b使用第2直方图生成部12a生成的4个区域的直方图,去除(消除)4个区域各自的噪声成分。范围扩大部12c进行范围扩大处理,在该范围扩大处理中将由范围计算部12b去除了噪声成分的4个区域的范围分别扩大成规定的范围。另外,范围扩大部11c在范围扩大处理中进行区域之间的双线性插值处理,由此,使范围扩大后的像素值具有连续性。然后,范围扩大部12c向区合成部14输出范围扩大后的各像素的像素值。

[0037] 9区分割扩大部13将输入图像的区域分割成9个区域(区),且扩大分割后的9个区域各自的动态范围。如图2所示,9区分割扩大部13包括第3直方图生成部13a、范围计算部13b以及范围扩大部13c。第3直方图生成部13a将输入图像的区域分割成9个区域,生成分割后的9个区域各自的直方图。范围计算部13b使用第3直方图生成部13a生成的9个区域的直方图,去除(消除)9个区域各自的噪声成分。范围扩大部13c进行范围扩大处理,在该范围扩大处理中将由范围计算部13b去除了噪声成分的9个区域的范围分别扩大成规定的范围。另外,范围扩大部13c在范围扩大处理中进行区域之间的双线性插值处理,由此,使范围扩大后的像素值具有连续性。然后,范围扩大部13c向区合成部14输出范围扩大后的各像素的像素值。

[0038] 区合成部14合成由1区分割扩大部11、4区分割扩大部12以及9区分割扩大部13扩大了动态范围后的像素值。具体而言,区合成部14分别被输入来自各区分割扩大部11、12、13的范围扩大后的各像素的像素值。而且,区合成部14对所输入的像素值乘以规定的系数,且对相乘后得到的值进行相加。由区合成部14合成后的各像素的像素值输出到气辉像素值计算部20和雾去除图像生成部60。

[0039] 返回到图1的说明,气辉像素值计算部20根据从动态范围校正部10输出的雾图像(含雾的图像)的各像素的像素值,生成暗通道图像。另外,气辉像素值计算部20计算雾图像的气辉像素值。气辉是由大气中的粒子产生的散射光。在像素的像素值中,由大气中的粒子产生的散射光的成分是气辉像素值。

[0040] 具体而言,气辉像素值计算部20将各像素的R、G、B中最小的值(R、G、B的各通道中的最小值)作为各像素的代表值(暗通道值),生成暗通道图像。此外,在上述的非专利文献1所记载的基于暗通道先验(Dark Channel Prior)的方法中,将局部区域(15×15像素的区域)内的所有像素的所有通道的值的最小值作为暗通道值,但是,在本实施方式中,直接使用各像素的暗通道值($\min J^C(y)$)。这样,不使用局部区域(15×15像素的区域)内的所有像素的所有通道的值的最小值,而使用各像素的暗通道值,由此实现处理的简化。

[0041] 另外,气辉像素值计算部20将输入图像的整个区域中代表值(暗通道值)最小的像素的值作为气辉像素值。这样,在本实施方式中,气辉像素值计算部20对输入图像的整个区域计算1个气辉像素值。气辉像素值计算部20向透过率计算部30和雾去除图像生成部60输出暗通道图像的各像素的像素值和气辉像素值。

[0042] 透过率计算部30使用来自气辉像素值计算部20的暗通道图像的各像素的像素值和气辉像素值,计算各像素的透过率。即,透过率计算部30通过在下式(1)中代入每个像素的暗通道值(Dark)和气辉像素值(A),来计算每个像素的透过率(dtrans)。

[0043]
$$dtrans = 1 - \omega \times \text{Dark} / A \cdots (1)$$

[0044] 在此, ω 是用于对雾的去除强度进行控制的参数。透过率计算部30根据各像素的透过率,生成透过率图像。然后,透过率计算部30向透过率校正部40和透过率整形部50输出透过率图像(各像素的透过率)。

[0045] 透过率校正部40对从透过率计算部30输出的透过率图像(初始透过率图像)进行校正。具体而言,透过率校正部40通过膨胀处理(dilation),对初始透过率图像进行透过率的均匀化,且生成透过率均匀化图像。另外,透过率校正部40根据透过率均匀化图像和初始透过率图像,生成透过率校正图像。透过率校正部40向透过率整形部50输出所生成的透过

率校正图像。此外,关于透过率校正部40执行的处理的详细情况,将后面叙述(参照图7)。

[0046] 透过率整形部50根据从透过率计算部30输出的透过率图像和从透过率校正部40输出的透过率校正图像,进行透过率图像的整形处理。即,透过率整形部50将由透过率校正部40进行校正前的透过率图像(各像素的透过率)和由透过率校正部40进行校正后的透过率图像(各像素的透过率)相乘之后,取该值的平方根,由此,对透过率图像进行整形。透过率整形部50向雾去除图像生成部60输出整形后的透过率图像。

[0047] 雾去除图像生成部60根据从气辉像素值计算部20输出的气辉像素值、从透过率整形部50输出的整形后的各像素的透过率(整形后的透过率图像)以及从动态范围校正部10输出的雾图像的各像素的像素值,执行去除图像中的雾的雾去除处理。

[0048] 此外,图像处理装置1中的动态范围校正部10、气辉像素值计算部20、透过率计算部30、透过率校正部40、透过率整形部50以及雾去除图像生成部60,是通过CPU(Central Processing Unit:中央处理器)等运算装置根据控制程序执行处理来实现的。

[0049] 接下来,对图像处理装置1执行的图像处理方法进行说明。图3是用于说明第1实施方式的图像处理方法的流程图。此外,在以下的说明中,对图像处理装置1去除动态图像(影像)中的雾的情况进行说明。

[0050] 在图3所示的处理中,动态范围校正部10对输入图像的动态范围进行校正(步骤S1)。图4是示出1区分割扩大部11、4区分割扩大部12以及9区分割扩大部13的直方图的生成对象的区域的图。图4(A)示出作为输入图像的动态图像的1帧的区域。另外,图4(B)示出1区分割扩大部11(第1直方图生成部11a)的直方图的生成对象的区域。另外,图4(C)示出4区分割扩大部12(第2直方图生成部12a)的直方图的生成对象的4个区域(区0、区1、区2、区3)。另外,图4(D)示出9区分割扩大部13(第3直方图生成部13a)的直方图的生成对象的9个区域(区0、区1、区2、区3、区4、区5、区6、区7、区8)。

[0051] 如图4(B)所示,第1直方图生成部11a在不分割输入图像的区域的情况下对输入图像的区域生成直方图。如图4(C)所示,第2直方图生成部12a将输入图像的区域分割成4个区域,且对各个区域生成直方图。第3直方图生成部13a将输入图像的区域分割成9个区域,且对各个区域生成直方图。此外,将图4(B)所示的区域称为0层(分层)的区域,将图4(C)所示的各区域称为1层的区域,将图4(D)所示的区域称为2层的区域。

[0052] 图5是示出区分割扩大部11、12、13生成的直方图的一例的图。例如,将图5所示的直方图作为第1直方图生成部11a对输入图像的区域(图4(B))生成的直方图。在图5所示的直方图中,横轴表示像素的明亮度(亮度级别、照度、灰度)。横轴的“0”为最暗(全黑),越往右则越亮。横轴的“255”为最亮(全白)。纵轴表示有多少该明亮度的像素(即,纵轴表示相同明亮度的像素数量)。

[0053] 范围计算部11b从明亮度“0”开始沿着横轴的右方向依次对像素数量(pixel数量)进行相加。范围计算部11b判定相加后的像素数量是否超过了预先设定的设定值像素数量。然后,范围计算部11b将相加后的像素数量超过了设定值像素数量的明亮度的值的前一个值作为最小值Ymin。此外,Y表示没有颜色的图像(亮度1通道的图像)的像素值(亮度)。即,Y相当于R、G、B中的任意1个。另外,范围计算部11b从明亮度“255”开始沿着横轴的左方向依次对像素数量进行相加。范围计算部11b判定相加后的像素数量是否超过了设定值像素数量。然后,范围计算部11b将相加后的像素数量超过了设定值像素数量的明亮度的值的前一

个值作为最大值Ymax。

[0054] 设定值像素数量是用于判定max侧(255侧)和min侧(0侧)的噪声程度的值。设定值像素数量为区域内的所有像素数量的例如1~3%左右的像素数量。在本实施方式中,设定值像素数量为区域内的所有像素数量的1%的像素数量。

[0055] 范围计算部12b针对4个区域(区0、区1、区2、区3)的每个区域,与范围计算部11b相同地判定相加后的像素数量是否超过了设定值像素数量,来计算最小值Ymin和最大值Ymax。另外,范围计算部13b针对9个区域(区0、区1、区2、区3、区4、区5、区6、区7、区8)的每个区域,与范围计算部11b相同地判定相加后的像素数量是否超过了设定值像素数量,来计算最小值Ymin和最大值Ymax。

[0056] 此外,在R、G、B的每一个中 $(Y_{\max} - Y_{\min}) < \text{minval}$ (minval是5~15的范围内的值)的情况下,范围计算部11b~13b使最小值Ymin为0 ($Y_{\min} = 0$) 并使最大值Ymax为255 ($Y_{\max} = 255$)。在本实施方式中,minval为10。这样,对于像素值(亮度)几乎没有变化的区域(颜色几乎均匀的区域)不进行动态范围的扩大。这样,能够防止错误地扩大动态范围(误动作)。

[0057] 范围扩大部11c根据输入图像的区域各像素的像素值PixVal、输入图像的区域的最小值Ymin以及输入图像的区域的最大值Ymax,计算输入图像的区域各像素的目标值(TargetValue)。具体而言,范围扩大部11c通过在下式(2)中代入像素值PixVal、最小值Ymin以及最大值Ymax,来计算目标值(TargetValue)。

[0058] $\text{TargetValue} = (\text{PixVal} - Y_{\min}) * 255 / (Y_{\max} - Y_{\min}) \cdots (2)$

[0059] 此外,范围扩大部11c针对空白(blank)中(本次的帧与下一帧之间的期间)的像素值PixVal的0~255创建输入图像的区域表Table(R、G、B)。范围扩大部11c在表Table(R、G、B)中对最小值Ymin以下的像素值设定0,对最大值Ymax以上的像素值设定255。

[0060] 在进行图像的白平衡调整的情况下,范围扩大部11c使用R、G、B各自的值作为最小值Ymin和最大值Ymax。另一方面,在不进行图像的白平衡调整的情况下,范围扩大部11c对R、G、B共同使用R、G、B各自的最大值Ymax中的最大的值作为最大值Ymax。即, $Y_{\max} = \max(R_{\max}, G_{\max}, B_{\max})$ (范围扩大部11c选择Rmax、Gmax、Bmax中的最大值)。另外,在不进行图像的白平衡调整的情况下,范围扩大部11c对R、G、B共同使用R、G、B各自的最小值Ymin中的最小的值作为最小值Ymin。即, $Y_{\min} = \min(R_{\min}, G_{\min}, B_{\min})$ (范围扩大部11c选择Rmin、Gmin、Bmin中的最小值)。

[0061] 之后,范围扩大部11c向区合成部14输出通过上述的式(2)计算出的各像素的像素值(即目标值(TargetValue))。

[0062] 范围扩大部12c针对4个区域(区0、区1、区2、区3)的每个区域,与范围扩大部11c相同地计算各像素的像素值(即目标值(TargetValue))。在这种情况下也范围扩大部12c使用与是否进行图像的白平衡调整对应的最小值Ymin和最大值Ymax,计算目标值。另外,范围扩大部13c针对9个区域(区0、区1、区2、区3、区4、区5、区6、区7、区8)的每个区域,与范围扩大部11c相同地计算各像素的像素值(即目标值(TargetValue))。在这种情况下也范围扩大部13c使用与是否进行图像的白平衡调整对应的最小值Ymin和最大值Ymax,计算目标值。

[0063] 范围扩大部12c和范围扩大部13c为了在分割后的区域之间具有像素值的连续性,在区域之间进行双线性插值处理。双线性插值使用所求位置的周边的 2×2 像素(4像素),线性地插入像素值(亮度值)来求出像素值。范围扩大部12c和范围扩大部13c分别根据第2直

方图生成部12a和第3直方图生成部13a分割的各区域的中心位置的像素值,利用双线性插值来计算各像素的范围扩大值(TexpValue:范围扩大后的像素值)。

[0064] 图6是用于说明双线性插值处理的图。在图6中,P表示进行双线性插值处理的像素。A、B、C、D表示4个区域的中心位置的像素。在图4(C)所示的区域中,A为区0的中心位置的像素,B为区1的中心位置的像素,C为区2的中心位置的像素,D为区3的中心位置的像素。另外,在图4(D)中,例如,A为区3的中心位置的像素,B为区4的中心位置的像素,C为区6的中心位置的像素,D为区7的中心位置的像素。a表示从像素P到像素A或B的y方向的距离,b表示从像素P到像素C或D的y方向的距离,c表示从像素P到像素A或C的x方向的距离,d表示从像素P到像素B或D的x方向的距离。

[0065] 范围扩大部12c和范围扩大部13c通过在下式(3)中代入像素A、B、C、D的像素值和距离a、b、c、d,来计算范围扩大值(TexpValue:范围扩大后的像素值)。

$$[0066] \quad \text{TexpValue} = ((A*d+B*c)*b+(C*d+D*c)*a)/((c+d)*(a+b)) \cdots (3)$$

[0067] 此外,在上述的式(3)中,A、B、C、D是各区域中的像素值(PixelValue)扩展后的值的表Table的查表值。

[0068] 实际上,对x方向准备两种计数器:一种计数器是,到A(x)为止是0,之后,到B(x)为止每次+1递增计数的计数器(up counter(c));另一种计数器是,到A(x)为止是(c+d),之后,到B(x)为止每次-1递减计数的计数器(down counter(d))。另外,对y方向准备两种计数器:一种计数器是,到A(y)为止是0,之后,到C(y)为止每次+1递增计数的计数器(up counter(a));另一种计数器是,到A(y)为止是(a+b),之后,到C(y)为止每次-1递减计数的计数器(down counter(b))。然后,范围扩大部12c和范围扩大部13c使用这些计数器进行双线性插值处理的运算。

[0069] 这样,在双线性插值处理中,能够根据各区域的中心位置的像素值之比,求出中间位置的像素值。之后,范围扩大部12c向区合成部14输出通过上述的式(3)计算出的各像素的像素值(即范围扩大值(TexpValue))。另外,范围扩大部13c向区合成部14输出通过上述的式(3)计算出的各像素的像素值(即范围扩大值(TexpValue))。

[0070] 区合成部14被输入从1区分割扩大部11输出的像素值A1、从4区分割扩大部12输出的像素值A4以及从9区分割扩大部13输出的像素值A9。区合成部14对像素值A1乘以系数 α_1 ,对像素值A4乘以系数 α_4 ,对像素值A9乘以系数 α_9 。然后,区合成部14将对像素值A1、A4、A9乘以系数 α_1 、 α_4 、 α_9 得到的值分别相加(进行加法运算),来计算合成像素值。即,区合成部14通过在下式(4)中代入像素值A1、A4、A9和系数 α_1 、 α_4 、 α_9 ,来计算合成像素值。

$$[0071] \quad \text{合成像素值} = A1*\alpha_1 + A4*\alpha_4 + A9*\alpha_9 \cdots (4)$$

[0072] 在此, $\alpha_1 + \alpha_4 + \alpha_9 = 1.0$ 。在本实施方式中,系数 α_1 为0.5,系数 α_4 为0.3,系数 α_9 为0.2。通过设定这样的系数的值,区合成部14能够合成(综合)按每个分层加权后的像素值。

[0073] 返回图3的说明,气辉像素值计算部20根据从动态范围校正部10输出的雾图像的各像素的像素值,生成暗通道图像(步骤S2)。具体而言,气辉像素值计算部20将各像素的R、G、B中最小的值(R、G、B的各通道中的最小值)作为各像素的暗通道值(r、g、b),生成暗通道图像。另外,气辉像素值计算部20获取输入图像的整个区域中暗通道值的最小值作为气辉像素值(atmosr、atmosg、atmosb)(步骤S3)。

[0074] 透过率计算部30使用来自气辉像素值计算部20的暗通道图像的各像素的像素值

(r、g、b) 和气辉像素值 (atmosr、atmosg、atmosb), 计算各像素的透过率 (dtrans)。具体而言, 透过率计算部30通过在下式 (5) 中代入暗通道图像的各像素的像素值 (r、g、b) 和气辉像素值 (atmosr、atmosg、atmosb), 来计算每个像素的透过率 (dtrans)。

[0075]
$$dtrans = 1 - lomega * dtmplA / 100.0 \cdots (5)$$

[0076] 在此, 式 (5) 相当于上述的式 (1)。lomega 相当于上述的式 (1) 的 ω 。如果 $dtmplA > (r/atmosr)$, 则 $dtmplA$ 是 $r/atmosr$ 即 ($dtmplA = r/atmosr$)。如果 $dtmplA > (g/atmosg)$, 则 $dtmplA$ 是 $g/atmosg$ 即 ($dtmplA = g/atmosg$)。如果 $dtmplA > (b/atmosb)$, 则 $dtmplA$ 是 $b/atmosb$ 即 ($dtmplA = b/atmosb$)。在不是 $dtmplA > (r/atmosr)$ 的情况下、在不是 $dtmplA > (g/atmosg)$ 的情况下、以及在不是 $dtmplA > (b/atmosb)$ 的情况下, $dtmplA$ 是 1.0 即 ($dtmplA = 1.0$)。

[0077] 透过率计算部30向透过率校正部40和透过率整形部50输出由如上述那样计算出的各像素的透过率构成的透过率图像。

[0078] 透过率校正部40对从透过率计算部30输出的透过率图像 (初始透过率图像) 进行校正 (步骤S5)。参照图7, 对透过率校正部40执行的透过率校正处理进行说明。图7是示出透过率校正部的透过率校正处理的流程图。在图7所示的处理中, 透过率校正部40对循环次数 (nloop) 进行初始化 (步骤S11)。即, 透过率校正部40将初始值0代入nloop。接着, 透过率校正部40在透过率图像的区域中形成 3×3 像素的区域 (3×3 窗口) (步骤S12)。然后, 透过率校正部40获取各 3×3 像素的区域 (3×3 窗口) 内的透过率的平均值 (步骤S13)。

[0079] 接着, 透过率校正部40在各 3×3 像素的区域内进行基于平均值的各像素的二值化 (步骤S14)。即, 透过率校正部40在各 3×3 像素的区域中将各像素区分为透过率比平均值高的像素 (High (高) 像素) 和低的像素 (Low (低) 像素)。透过率校正部40使 High 像素为 “1” 并使 Low 像素为 “0”。另外, 透过率校正部40获取 High 像素的透过率的平均值 (have), 且获取 Low 像素的透过率的平均值 (lave) (步骤S15)。另外, 透过率校正部40在各 3×3 像素的区域中对 High 像素的个数 (hcnt) 和 Low 像素的个数 (lcnt) 进行计数。另外, 透过率校正部40计算透过率图像整体的透过率的平均值 (aave)。然后, 透过率校正部40根据以下的条件决定各 3×3 像素的区域的像素中的透过率 (Ttrans) (步骤S16)。此外, $abs()$ 表示 $()$ 内的绝对值。另外, Ctrans 表示 3×3 像素的区域的中央的像素的透过率。

[0080] 首先, 如果 Low 像素的个数 (lcnt) 为 7 以上 ($lcnt \geq 7$), 则透过率校正部40将透过率 (Ttrans) 设为 Low 像素的平均值 (lave)。另外, 如果 High 像素的个数 (hcnt) 为 7 以上 ($hcnt \geq 7$), 则透过率校正部40将透过率 (Ttrans) 设为 High 像素的平均值 (have)。另外, 如果 $(have - lave) * 255 > 20$ 且 $abs(aave - Ctrans) < 5$, 则透过率校正部40将透过率 (Ttrans) 设为 3×3 像素的区域的中央的像素的透过率 Ctrans。另外, 如果 $Ctrans > (lave + have) / 2.0$, 则透过率校正部40将透过率 (Ttrans) 设为 High 像素的平均值 (Have)。另外, 如果是其他情况, 则透过率校正部40将透过率 (Ttrans) 设为 Low 像素的平均值 (lave)。

[0081] 之后, 透过率校正部40使循环次数递增 ($nloop = nloop + 1$) (步骤S17)。透过率校正部40判定循环次数是否是 3 ($nloop = 3?$) (步骤S18), 且重复执行步骤S11~S17的处理直到循环次数达到 3 为止。在判定为循环次数是 3 的情况下, 透过率校正部40结束透过率校正处理。透过率校正部40向透过率整形部50输出如图7所示那样决定的透过率 (Ttrans)。

[0082] 返回图3的说明, 透过率整形部50输入从透过率计算部30输出的各像素的透过率

(dtrans) 和从透过率校正部40输出的各像素的透过率(Ttrans)。然后,透过率整形部50通过在下式(6)中代入这些透过率(dtrans、Ttrans),来计算各像素的整形后的透过率(Mtrans)(步骤S6)。即,透过率整形部50使用校正前的透过率(dtrans)和校正后的透过率(Ttrans),对透过率图像进行整形。此外,在式(6)中,sqrt()表示求出()内的平方根。

[0083] $Mtrans = \sqrt{dtrans * Ttrans} \cdots (6)$

[0084] 之后,透过率整形部50向雾去除图像生成部60输出整形后的透过率(Mtrans)。接着,雾去除图像生成部60根据从气辉像素值计算部20输出的气辉像素值(atmosr、atmosg、atmosb)、从透过率整形部50输出的整形后的各像素的透过率(Mtrans)以及从动态范围校正部10输出的雾图像的各像素的像素值(r、g、b),执行去除图像中的雾的雾去除处理(步骤S7)。具体而言,雾去除图像生成部60通过在下式(7-1)~(7-3)中代入气辉像素值(atmosr、stmosg、atmosb)、透过率(Mtrans)以及像素值(r、g、b),来计算已去除图像中的雾的各像素的像素值(newR、newG、newB)。

[0085] $newR = (r - atmosr) / Mtrans + atmosr \cdots (7-1)$

[0086] $newG = (g - atmosg) / Mtrans + atmosg \cdots (7-2)$

[0087] $newB = (b - atmosb) / Mtrans + atmosb \cdots (7-3)$

[0088] 此外,在透过率校正部40执行了如图7所示的处理的情况下,也可以省略透过率整形部50的处理。在这种情况下,透过率校正部40向雾去除图像生成部60输出透过率(Ttrans),雾去除图像生成部60根据从气辉像素值计算部20输出的气辉像素值(atmosr、stmosg、atmosb)、从透过率校正部40输出的各像素的透过率(Ttrans)以及从动态范围校正部10输出的雾图像的各像素的像素值(r、g、b),执行去除图像中的雾的雾去除处理。

[0089] 如以上说明那样,在第1实施方式中,具有:暗通道图像生成部20,其根据输入图像,生成暗通道图像;透过率图像生成部30,其根据暗通道图像生成部20生成的暗通道图像和气辉像素值,生成透过率图像;透过率校正部40,其对透过率图像生成部30生成的透过率图像进行校正;以及雾去除图像生成部60,其根据由透过率校正部40校正后的透过率图像、气辉像素值以及输入图像,去除输入图像中的雾。根据这样的结构,能够以较低的处理负荷高速地去除图像中的雾。

[0090] 另外,在第1实施方式中,透过率校正部40将透过率图像分割成规定区域(例如3×3像素的区域),利用分割后的各规定区域的各像素的透过率的平均值进行二值化,且根据各规定区域中的被二值化的各值的个数和各规定区域内的各值的透过率的平均值,选择各规定区域内的各像素的透过率。根据这样的结构,与软抠图相比,能够在不增加处理负荷的情况下进行透过率的均匀化。

[0091] 另外,在第1实施方式中,具有透过率整形部50,其将由透过率校正部40校正后的透过率图像的各像素的透过率与透过率图像生成部30生成的透过率图像的各像素的透过率相乘,且对相乘后得到的值进行平方根运算,由此,对透过率图像进行整形,雾去除图像生成部60根据由透过率整形部50整形后的透过率图像、气辉像素值以及输入图像,去除输入图像中的雾。根据这样的结构,能够在透过率校正部40进行了透过率图像的校正的情况下抑制光晕的产生。

[0092] 另外,在第1实施方式中,具有范围校正部10,其扩大输入图像的范围,暗通道图像生成部20根据由范围校正部10扩大了范围的图像,生成暗通道图像,雾去除图像生成部60

根据由透过率校正部40校正后的透过率图像、气辉像素值以及由范围校正部10扩大了范围的图像,去除图像中的雾。根据这样的结构,能够扩大输入图像的动态范围来降低图像中的雾。

[0093] 另外,在第1实施方式中,范围校正部10具有:第1范围校正部11,其扩大输入图像的区域的范围;第2范围校正部12,其将输入图像分割成多个区域,且扩大分割后的多个区域的范围;以及合成部14,其合成由第1范围校正部11扩大了范围的图像和由第2范围校正部12扩大了范围的图像。根据这样的结构,在多个分层中合成范围扩大后的图像,能够更可靠地实现雾的降低。

[0094] 另外,在第1实施方式中,合成部14对由第1范围校正部11扩大了范围的图像乘以第1系数,对由第2范围校正部12扩大了范围的图像乘以第2系数,且对这些图像进行相加。根据这样的结构,能够在对各图像进行了加权的基础上进行图像的合成。另外,在第1实施方式中,第2范围校正部12对扩大了范围的图像执行插值处理,因此,能够在分割后的区域之间具有像素值的连续性。

[0095] <第2实施方式>

[0096] 在上述的第1实施方式中,透过率校正部40执行了如图7所示的透过率校正处理,但是,在第2实施方式中,透过率形态学处理部40A执行透过率校正处理(膨胀处理、形态学处理)。

[0097] 图8是示出第2实施方式的图像处理装置的结构框图。图8所示的图像处理装置1A设置有透过率形态学处理部40A来代替图1所示的图像处理装置1中的透过率校正部40。对于其他结构而言,与利用图1说明的结构相同,因此省略重复的说明。

[0098] 透过率形态学处理部40A对透过率计算部30输出的透过率图像执行形态学处理。具体而言,透过率形态学处理部40A在透过率图像的区域中形成 3×3 像素的区域(3×3 窗口)。而且,透过率形态学处理部40A获取各 3×3 像素的区域(3×3 窗口)内的透过率的平均值。另外,透过率形态学处理部40A在各 3×3 像素的区域中进行基于平均值的各像素的二值化。而且,如果在各 3×3 像素的区域内的关注像素(中央的像素)附近的8个像素中即使只有1个像素为High像素,则透过率形态学处理部40A也会将关注像素的透过率设为 3×3 像素的区域内的High像素的透过率的平均值(have)。将这样的处理称为形态学处理。

[0099] 图9是用于说明第2实施方式的图像处理方法的流程图。此外,在图9所示的处理中,步骤S5A以外的处理与图3所示的处理相同,因此省略重复的说明。

[0100] 在步骤S5A中,透过率形态学处理部40A对透过率图像执行形态学处理。如上所述,如果在各 3×3 像素的区域内的关注像素(中央的像素)附近的8个像素中即使只有1个像素为High像素,则透过率形态学处理部40A也会将关注像素的透过率设为 3×3 像素的区域内的High像素的透过率的平均值(have)。这样,在透过率形态学处理部40A执行了形态学处理(单纯的多值膨胀处理)的情况下,需要透过率整形部50的处理。

[0101] 如以上那样,在第2实施方式中,透过率校正部40对透过率图像执行形态学处理。根据这样的结构,也能够在不增加处理负荷的情况下进行透过率的均匀化。

[0102] 以上说明了本发明的实施方式,但是本发明的技术范围不限于上述实施方式记载的范围。能够在不脱离本发明的主旨的范围内对上述实施方式实施各种变更或者改良。另外,有时可省略上述实施方式中说明的要件的1个以上。这样的变更或者改良、省略的方

式也包含于本发明的技术范围内。另外,也可以适当地组合并应用上述实施方式、变形例的结构。

[0103] 另外,在上述第1实施方式中,动态范围校正部10利用3个分层进行了图像的范围扩大,但是也可以为利用2个以上分层进行图像的范围扩大的结构。

[0104] 另外,在上述第1实施方式中透过率校正部40将透过率图像分割成 3×3 像素的区域(参照步骤S12),但是不限于 3×3 像素,也可以是不同的像素数量的区域。另外,插值处理采用了双线性插值处理,但是也可以是其他的插值处理。

[0105] 标号说明

[0106] 1、1A:图像处理装置;10:动态范围校正部(范围校正部);11:1区分割扩大部(第1范围校正部);12:4区分割扩大部(第2范围校正部);13:9区分割扩大部(第2范围校正部);14:区合成部(合成部);20:气辉像素值计算部(暗通道图像生成部);30:透过率计算部(透过率图像生成部);40:透过率校正部;40A:透过率形态学处理部;50:透过率整形部;60:雾去除图像生成部。

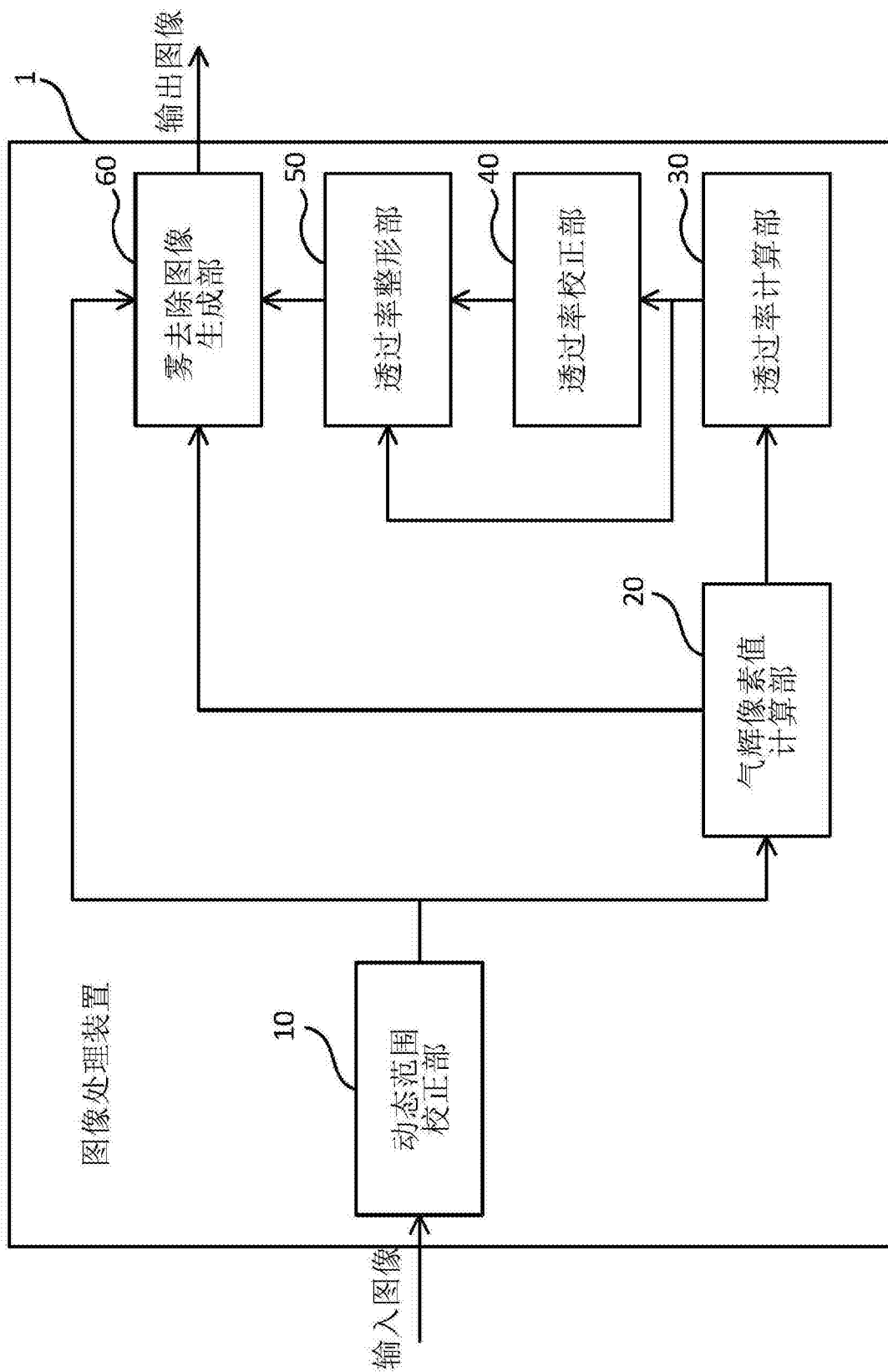


图1

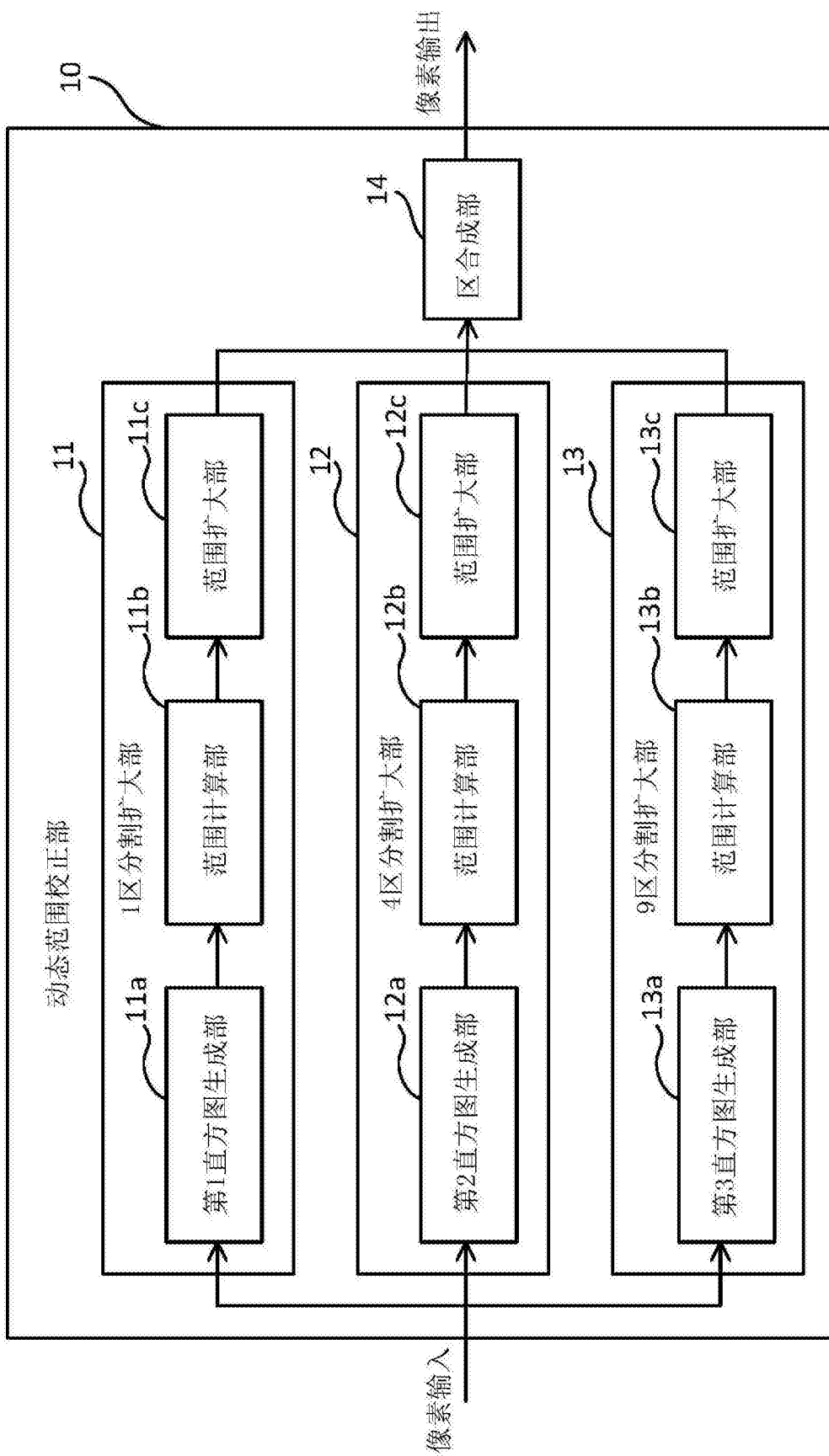


图2

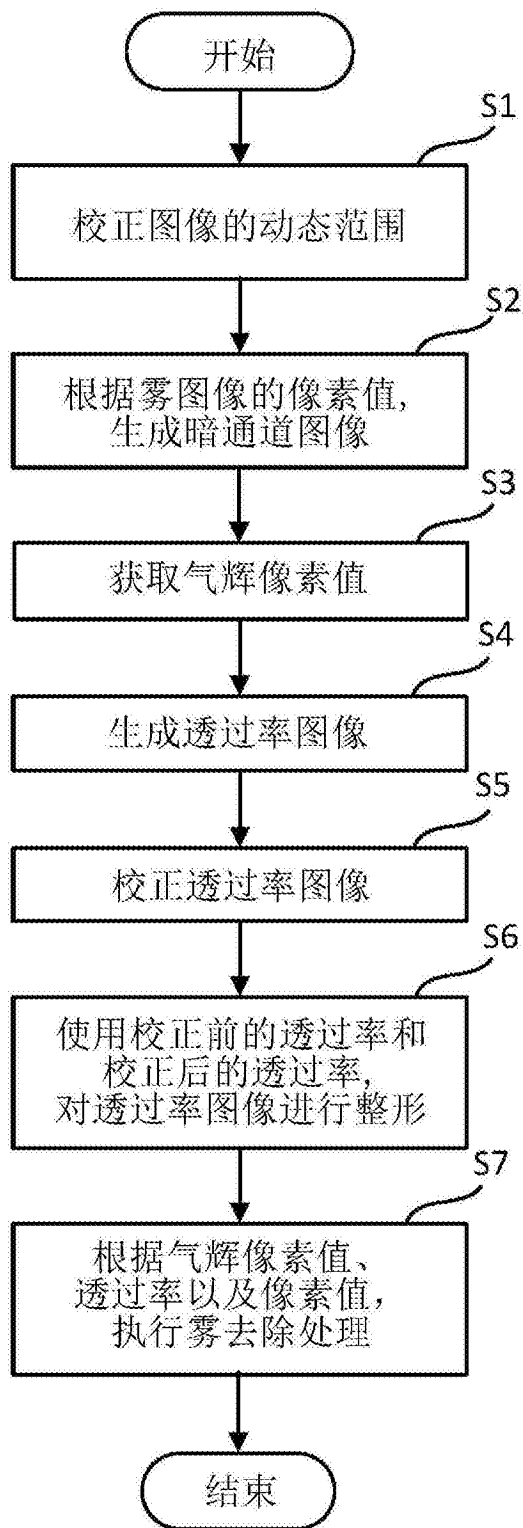


图3

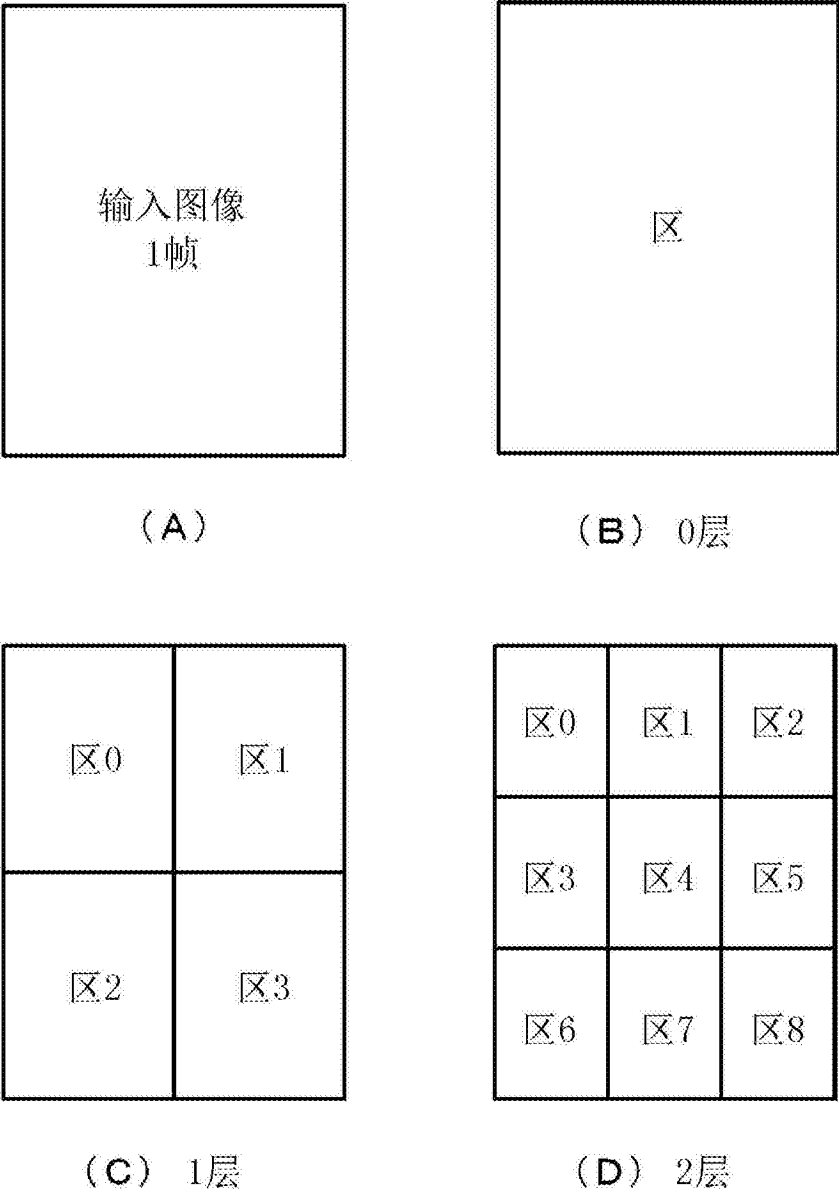


图4

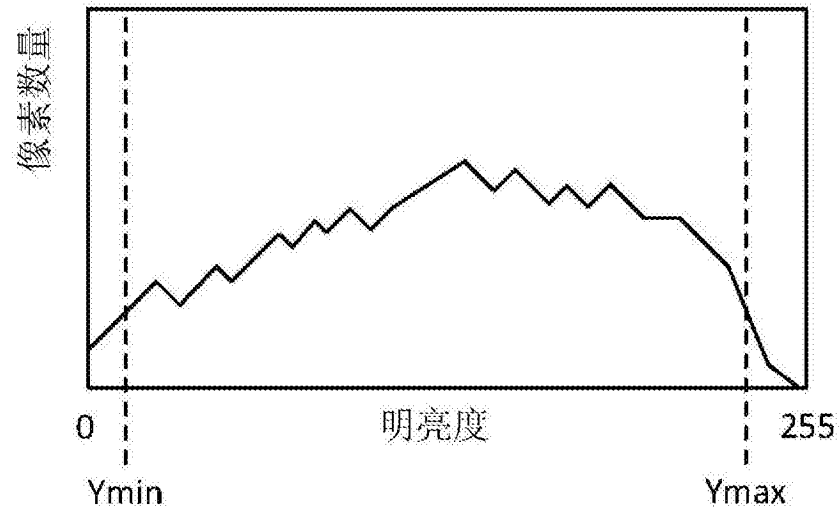


图5

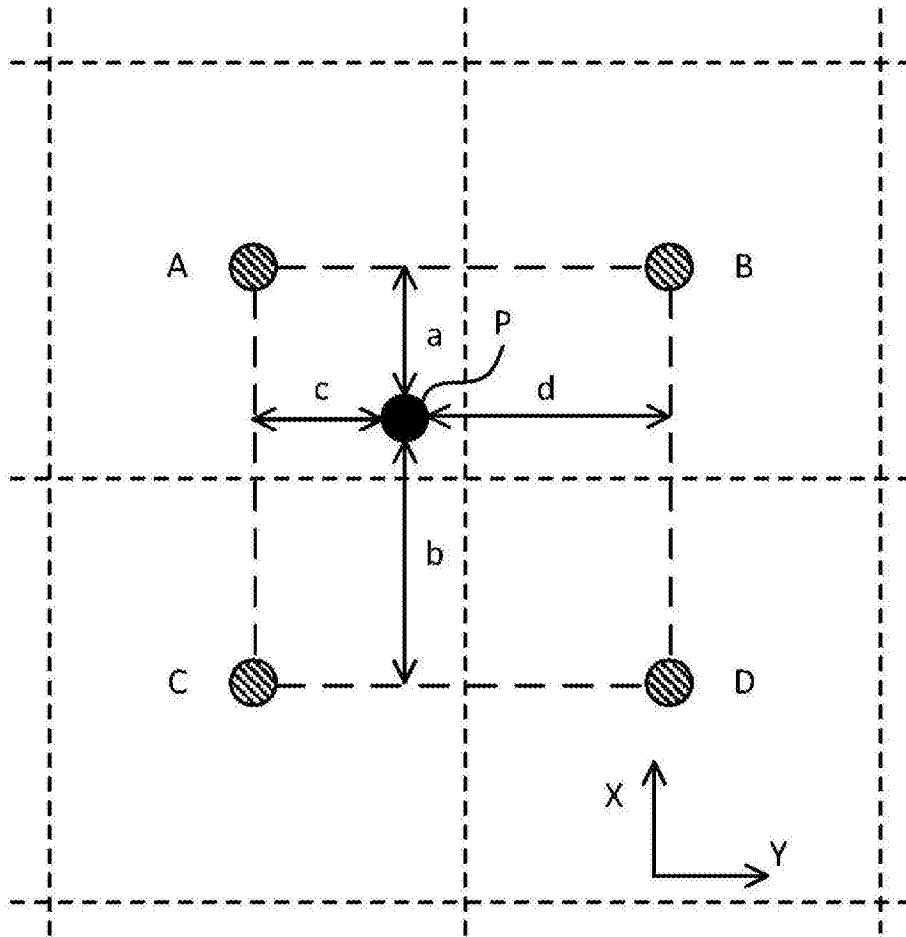


图6

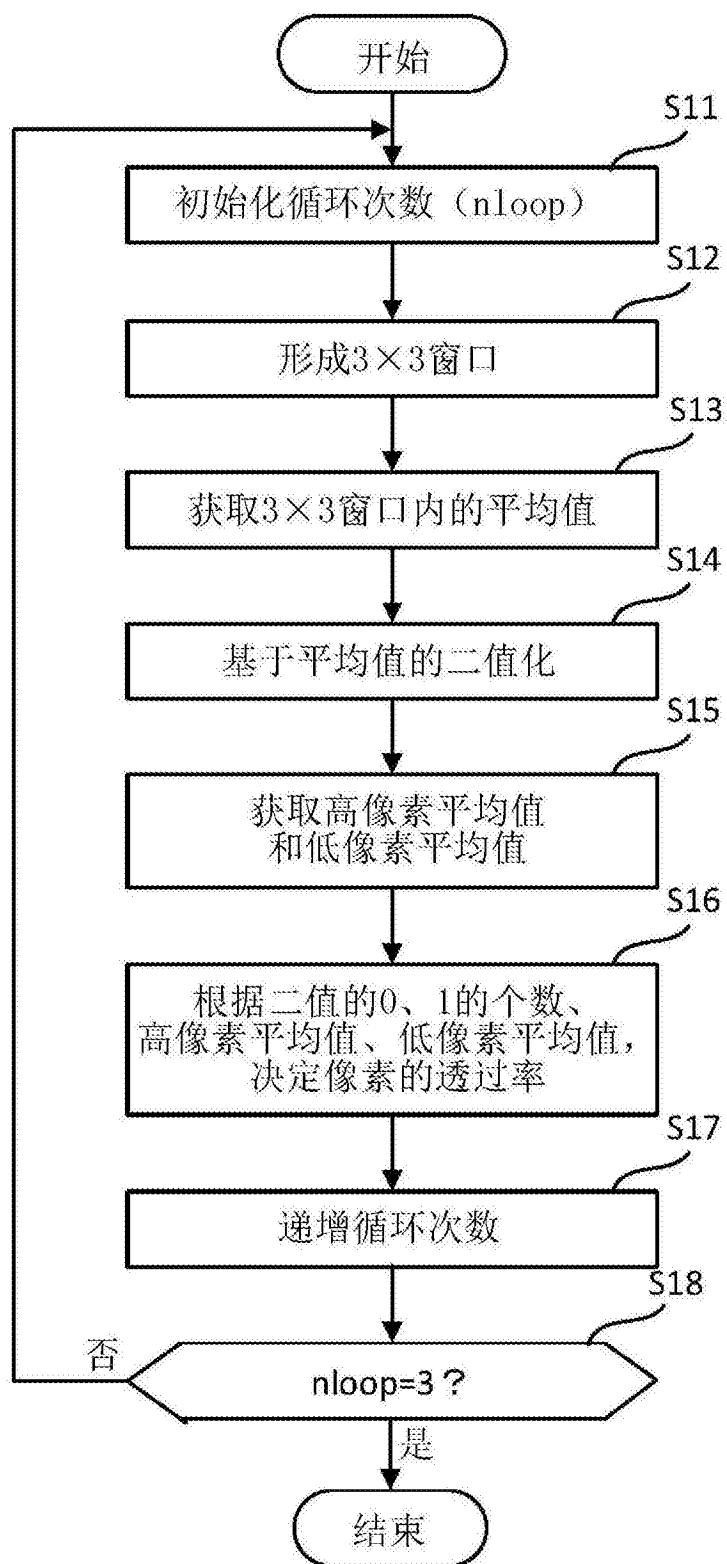


图7

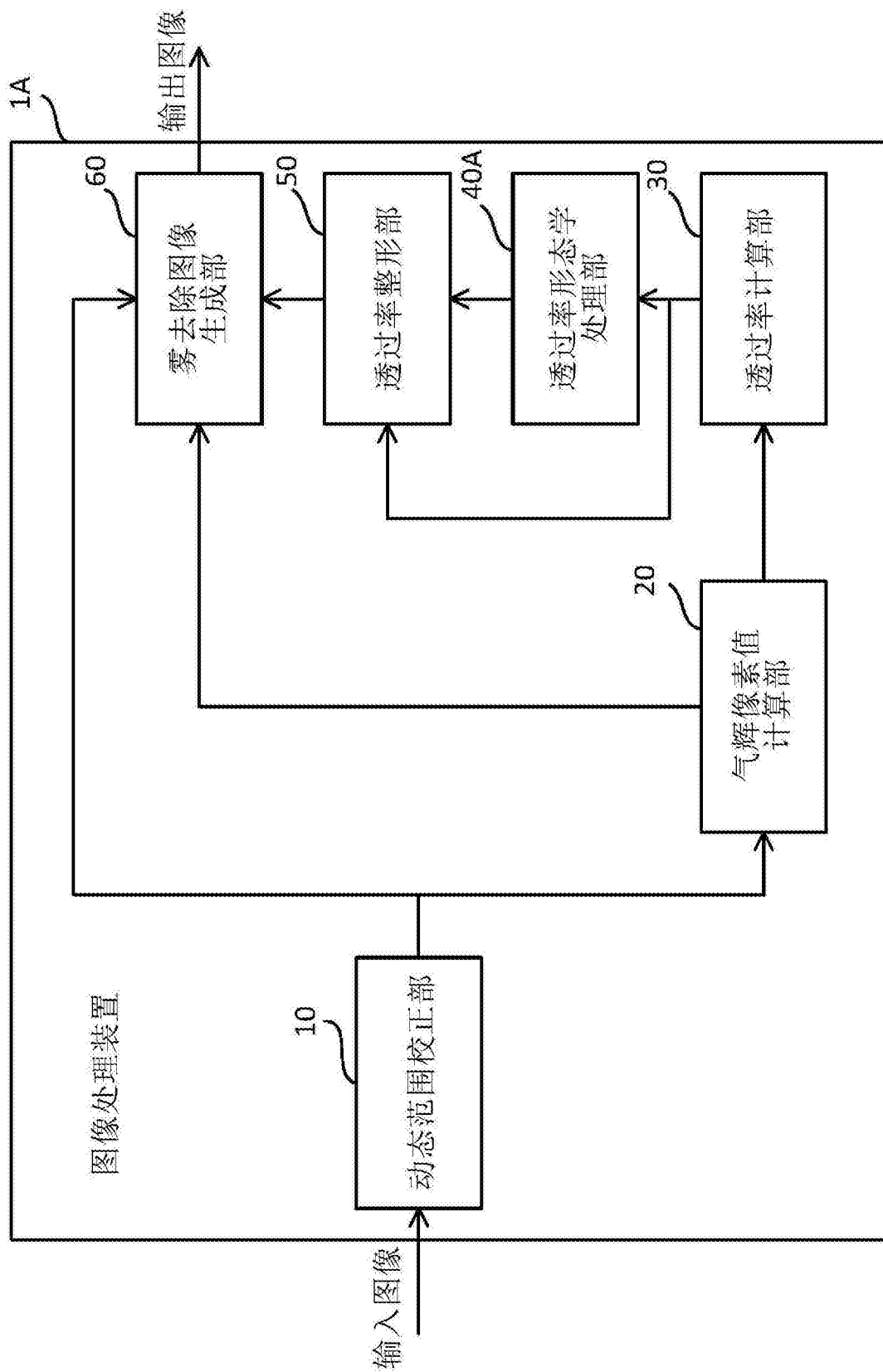


图8

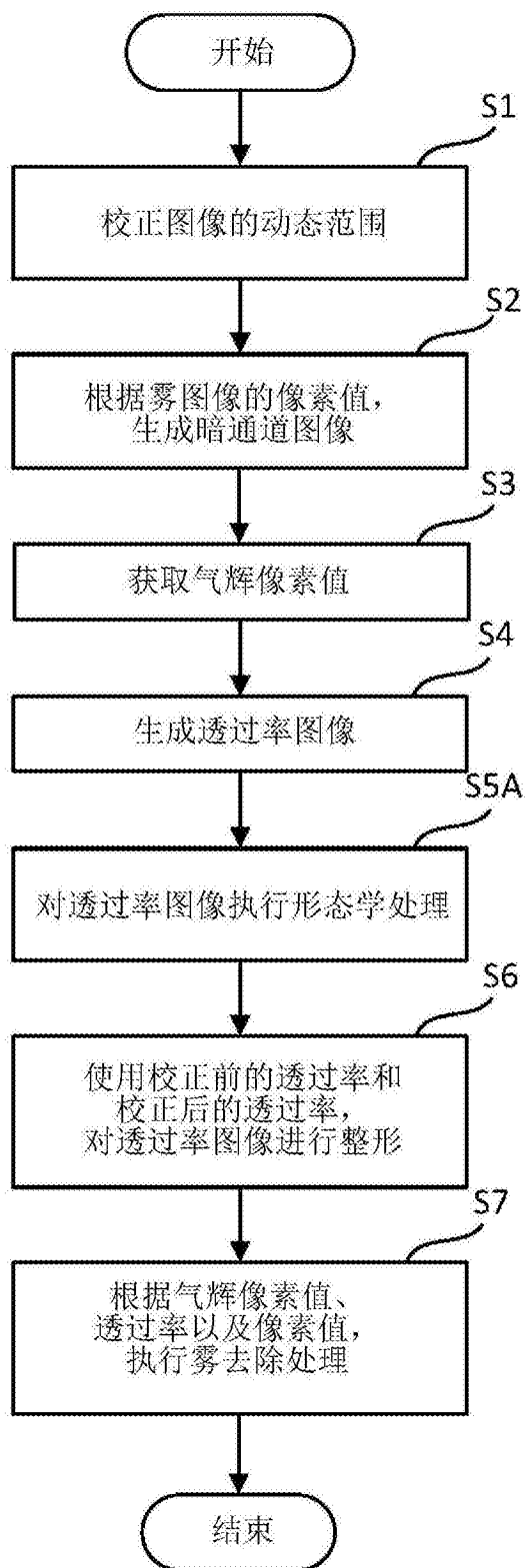


图9