

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 5/217 (2006.01)

H04N 9/04 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710185122.2

[43] 公开日 2008年5月7日

[11] 公开号 CN 101175152A

[22] 申请日 2007.10.30

[21] 申请号 200710185122.2

[30] 优先权

[32] 2006.10.30 [33] JP [31] 2006-294784

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 松下伸行 西尾研一

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所

代理人 李 玲

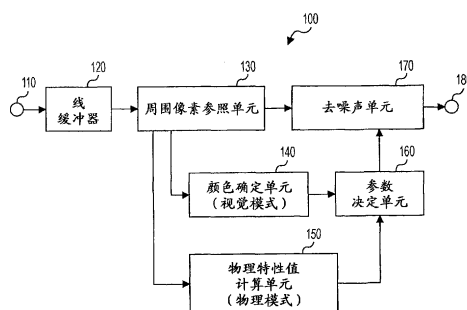
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 6 页

## [54] 发明名称

图像处理设备、图像捕获设备和图像处理方法

## [57] 摘要

本发明涉及图像处理设备、图像捕获设备、图像处理方法和允许计算机执行该方法的程序。提供一种基于预定的参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备。所述图像处理设备包括：被配置为输入图像数据的输入单元；被配置为基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值的物理特性值计算单元；被配置为确定输入图像数据的颜色的颜色确定单元；和被配置为基于由物理特性值计算装置计算的物理特性值和根据由颜色确定装置确定的颜色的视觉特性值决定参数的参数决定单元。



1. 一种基于预定参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备，该图像处理设备包括：

用于输入图像数据的输入装置；

用于基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值的物理特性值计算装置；

用于确定输入图像数据的颜色的颜色确定装置；和

用于基于由物理特性值计算装置计算的物理特性值和根据由颜色确定装置确定的颜色的视觉特性值决定参数的参数决定装置。

2. 根据权利要求1所述的图像处理设备，

其中，物理特性值计算装置基于作为一段输入图像数据的目标像素的亮度计算物理特性值。

3. 根据权利要求2所述的图像处理设备，

其中，颜色确定装置基于包含目标像素和位于目标像素周围的多个周围像素的图像数据的颜色计算视觉特性值。

4. 根据权利要求2所述的图像处理设备，

其中，在去噪声处理中，基于包含目标像素和位于目标像素周围的多个周围像素的图像数据去除输入图像数据中包含的噪声。

5. 根据权利要求1所述的图像处理设备，

其中，视觉特性值是作为用于校正由物理特性值计算装置计算的物理特性值的系数的校正值，并且

其中，颜色确定装置基于输入图像数据的颜色计算校正值。

6. 根据权利要求1所述的图像处理设备，

其中，参数决定装置通过将由物理特性值计算装置计算的物理特性值乘以根据由颜色确定装置确定的颜色的视觉特性值来计算参数。

7. 根据权利要求1所述的图像处理设备，

其中，由输入装置输入的图像数据是拜耳阵列的图像数据。

8. 根据权利要求1所述的图像处理设备，

其中，由输入装置输入的图像数据是从成像器件输出的 RAW 数据。

9. 一种基于噪声的物理特性和人的视觉特性执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备。

10. 根据权利要求 9 所述的图像处理设备，

其中，指示噪声的物理特性的值是基于图像数据的亮度计算的物理特性值，

其中，指示人的视觉特性的值是基于图像数据的颜色计算的视觉特性值，并且

其中，在去噪声处理中，通过使用基于物理特性值和视觉特性值计算的参数去除图像数据中包含的噪声。

11. 一种基于预定的参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像捕获设备，该图像捕获设备包括：

用于输入与由捕获预定对象的图像的成像器件捕获的图像对应的图像数据的输入装置；

用于基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值的物理特性值计算装置；

用于确定输入图像数据的颜色的颜色确定装置；和

用于基于由物理特性值计算装置计算的物理特性值和根据由颜色确定装置确定的颜色的视觉特性值决定参数的参数决定装置。

12. 一种基于预定的参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理方法，该图像处理方法包括：

输入图像数据；

基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值；

确定输入图像数据的颜色；和

基于在计算步骤中计算的物理特性值和根据在确定步骤中确定的颜色的视觉特性值决定参数。

13. 一种程序，允许计算机在基于预定的参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备中执行：

输入图像数据;

基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值;

确定输入图像数据的颜色; 和

基于在计算中计算的物理特性值和根据在确定中确定的颜色的视觉特性值决定参数。

14. 一种基于预定的参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备, 该图像处理设备包括:

被配置为输入图像数据的输入单元;

被配置为基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值的物理特性值计算单元;

被配置为确定输入图像数据的颜色的颜色确定单元; 和

被配置为基于由物理特性值计算单元计算的物理特性值和根据由颜色确定单元确定的颜色的视觉特性值决定参数的参数决定单元。

15. 一种基于预定的参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像捕获设备, 该图像捕获设备包括:

被配置为输入与由捕获预定对象的图像的成像器件捕获的图像对应的图像数据的输入单元;

被配置为基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值的物理特性值计算单元;

被配置为确定输入图像数据的颜色的颜色确定单元; 和

被配置为基于由物理特性值计算单元计算的物理特性值和根据由颜色确定单元确定的颜色的视觉特性值决定参数的参数决定单元。

## 图像处理设备、图像捕获设备和图像处理方法

### (对相关申请的交叉引用)

本发明包含与在2006年10月30日在日本专利局提交的日本专利申请 JP 2006-294784 有关的主题，在此引入其全部内容作为参考。

### 技术领域

本发明涉及图像处理设备，尤其涉及能够有效去除图像信号中包含的噪声的图像处理设备、图像捕获设备、这些设备中的图像处理方法和允许计算机执行该方法的程序。

### 背景技术

从诸如 CCD (电荷耦合器件) 的成像器件输出的 RAW 数据包含各种类型的噪声。作为用于有效去除噪声的方法，用于考虑人的视觉特性改变去噪声的等级的方法已广泛被人们所认识。

例如，已提出了一种用于以预定尺寸的区域为单位确定噪声被叠加到其上的图像的颜色、根据确定的颜色决定参数并根据决定的参数执行去噪声处理的图像处理方法 (例如，参见专利文献 1: 日本未审查专利申请公开公报 No. 2004-40235 (图 1))。

### 发明内容

在上述相关技术中，根据预定尺寸图像的各个区域中的颜色改变用于去噪声处理的参数，因此可以颜色为单位改变去噪声的等级。

散粒噪声 (shot noise) 依赖于亮度 (等级)，并且噪声量随信号量变大而增加。因此，如果 RAW 数据中包含的噪声是散粒噪声，那么根据不依赖于图像的颜色信号量改变去噪声的等级。

但是，在上述相关技术中，虽然可以执行基于图像的颜色去噪

声处理，但是，可能不能有效去除与图像的颜色无关地改变去噪声的等级的噪声，诸如散粒噪声。

本发明针对在考虑人的视觉特性和图像信号中包含的噪声的性能的情况下有效去除噪声。

根据本发明的实施例，提供一种基于预定的参数执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备。所述图像处理设备包括：用于输入图像数据的输入装置；用于基于输入图像数据的亮度计算依赖于亮度的物理特性值的物理特性值计算装置；用于确定输入图像数据的颜色的颜色确定装置；和用于基于由物理特性值计算装置计算的物理特性值和根据由颜色确定装置确定的颜色的视觉特性值决定参数的参数决定装置。并且，提供图像捕获设备、这些设备中的图像处理方法和允许计算机执行所述方法的程序。使用这种配置，可基于依赖于输入图像数据的亮度的物理特性值和根据输入图像数据的颜色的视觉特性值决定参数，并且可基于决定的参数适当地去除输入图像数据中包含的噪声。

物理特性值计算装置可基于作为一段输入图像数据的目标像素的亮度计算物理特性值。因此，可基于决定的参数适当地去除输入图像数据中包含的目标像素中的噪声。

颜色确定装置可基于包含目标像素和位于目标像素周围的多个周围像素的图像数据的颜色计算视觉特性值。因此，可基于决定的参数适当地去除输入图像数据中包含的目标像素和目标像素周围的多个周围像素中的噪声。

在去噪声处理中，可基于包含目标像素和位于目标像素周围的多个周围像素的图像数据去除输入图像数据中包含的噪声。因此，可基于决定的参数适当地去除输入图像数据中包含的目标像素和目标像素周围的多个周围像素中的噪声。

视觉特性值是作为用于校正由物理特性值计算装置计算的物理特性值的系数的校正值，并且，颜色确定装置可基于输入图像数据的颜色计算校正值。因此，可通过按照根据输入图像数据的颜色的校正值

校正依赖于输入图像数据的亮度的物理特性值决定参数，并且，可基于决定的参数适当地去除输入图像数据中包含的噪声。

参数决定装置可通过将由物理特性值计算装置计算的物理特性值乘以根据由颜色确定装置确定的颜色的视觉特性值计算参数。因此，可通过使用依赖于输入图像数据的亮度的物理特性值和根据输入图像数据的颜色的视觉特性值决定适当的参数。

由输入装置输入的图像数据可以是 Bayer(拜耳)阵列的图像数据。因此，可对 Bayer 阵列的图像数据执行适当地去除噪声的去噪声处理。

由输入装置输入的图像数据可以是成器件输出的 RAW 数据。因此，可从成器件输出的 RWA 数据适当地去除噪声。

根据本发明的另一实施例，提供一种基于噪声的物理特性和人的视觉特性执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备。因此，可基于图像数据中包含的噪声的物理特性和关于图像数据的人的视觉特性适当地去除图像数据中包含的噪声。

指示噪声的物理特性的值是基于图像数据的亮度计算的物理特性值。指示人的视觉特性的值是基于图像数据的颜色计算的视觉特性值。在去噪声处理中，通过使用基于物理特性值和视觉特性值计算的参数去除图像数据中包含的噪声。因此，可基于依赖于图像数据的亮度的物理特性值和根据图像数据的颜色的视觉特性值计算参数，并且，可基于计算的参数适当地去除图像数据中包含的噪声。

根据上述配置，可以获得在考虑噪声的物理特性和人的视觉特性的情况下有效去除噪声的优点。

### 附图说明

图 1 是表示根据本发明的实施例的图像处理设备 100 的功能配置的例子框图；

图 2A、图 2B 和图 2C 在概念上表示通过输入端 110 输入并存储在线缓冲器 (line buffer) 120 中的图像数据 200 和从图像数据 200 读取的 Bayer 阵列的图像数据 300 和 400；

图 3 是表示颜色确定单元 140 的功能配置的例子框图；

图 4 表示颜色和校正值的转换表 146a，该表是在考虑人的视觉特性的情况下产生的；

图 5A 是表示图像的亮度和物理特性值（噪声量）之间的关系的例子示图；

图 5B 是表示在假定噪声量正态分布的情况下的正态分布表（高斯函数）和物理特性值 $\sigma(x)$ 之间的关系的示图；

图 6 表示目标像素 201 和周围的像素 202 ~ 209 之间的像素等级关系；以及

图 7 是表示由图像处理设备 100 执行的去噪声处理的过程的流程图。

### 具体实施方式

以下参照附图详细说明本发明的实施例。

在本发明的实施例中，“去噪声处理”意味着对包含噪声的图像数据执行的降低或去除噪声的图像处理。即，“去噪声”不仅包含从包含噪声的图像数据完全去除噪声，而且还包含降低噪声。

图 1 是表示根据本发明的实施例的图像处理设备 100 的功能配置的例子框图。

图像处理设备 100 包含输入端 110、线缓冲器 120、周围像素参照单元 130、颜色确定单元 140、物理特性值计算单元 150、参数决定单元 160、去噪声单元 170 和输出端 180。

输入端 110 接收由 RGB 的彩色信号构成的彩色信号数据（Bayer 阵列的图像数据），并将输入图像数据传送给线缓冲器 120。Bayer 阵列的图像数据的例子包含从诸如 CCD（电荷耦合器件）的成像器件输出的 RAW 数据。RAW 数据是与由捕获预定对象的图像的成像器件捕获的图像对应的图像数据的例子。

Bayer 阵列是图 2B 和图 2C 所示的像素的阵列。即，在像素的阵列中，周期性放置基本块。各基本块包含水平方向上的两个像素×垂直



方向上的两个像素。在基本块中，两个绿色像素（G）被放在对角线中的一个上，并且红色像素（R）和蓝色像素（B）被放在另一对角线上。

线缓冲器 120 包含用于多个线的线缓冲器，并以线为单位保持通过输入端 110 输入的多个线的图像数据。

图 2A 在概念上表示通过输入端 110 输入并存储在线缓冲器 120 中的图像数据 200。图 2A 所示的图像数据 200 的尺寸由 W 和 H 表示，W 是水平像素的数量，H 是垂直像素的数量。表示构成图像数据 200 的各像素在垂直方向上的地址的变量是“i”，而指示在水平方向上的地址的变量是“j”。

周围像素参照单元 130 依次从存储在线缓冲器 120 中的几个线的图像数据读出预定尺寸的图像数据。

图 2B 和图 2C 分别在概念上表示从存储在线缓冲器 120 中的图像数据 200 读取的 Bayer 阵列的图像数据 300 和图像数据 400。

例如，由周围像素参照单元 130 读取的预定尺寸的图像数据是图 2A 所示的目标像素 201、包含目标像素 201 和多个周围像素的图 2A 和图 2B 所示的 Bayer 阵列的图像数据 300（5×5 个像素的窗口）和包含目标像素 201 和多个周围像素的图 2A 和图 2C 所示的 Bayer 阵列的图像数据 400（9×9 个像素的窗口）。

如图 2A 所示，周围像素参照单元 130 通过沿箭头所示的方向一个一个地移动目标像素 201 依次读取像素，以便读取图像数据 200 的所有像素。

物理特性值计算单元 150 基于图像数据的亮度计算作为依赖于图像数据的亮度的值的物理特性值（噪声量）。即，物理特性值计算单元 150 参照由周围像素参照单元 130 读取的目标像素 201 的图像数据，以根据图像数据的亮度计算物理特性值，并将计算的物理特性值输出到参数决定单元 160。

颜色确定单元 140 确定图像数据的颜色并计算用于校正物理特性值的校正值。即，颜色确定单元 140 参照由周围像素参照单元 130 读

取的 Bayer 阵列的图像数据 300 以确定与图像数据对应的图像的颜色。基于确定的颜色，颜色确定单元 140 计算作为用于校正目标像素 201 的物理特性值的系数的校正值并将计算的校正值输出到参数决定单元 160。该校正值是根据确定的颜色的视觉特性值。

参数决定单元 160 基于从物理特性值计算单元 150 输出的值和从颜色确定单元 140 输出的值计算由去噪声单元 170 使用以执行去噪声处理的阈值（参数），并将计算的阈值输出到去噪声单元 170。

去噪声单元 170 通过使用  $\epsilon$  滤波器等使用去噪声方法执行去噪声处理。去噪声单元 170 根据从参数决定单元 160 输出的阈值对从周围像素参照单元 130 供给的 Bayer 阵列的图像数据 400 执行去噪声处理。

输出端 180 将已由去噪声单元 170 执行去噪声处理的图像数据输出到外面。

进一步说明颜色确定单元 140。

图 3 是表示颜色确定单元 140 的功能配置的例子框图。

颜色确定单元 140 包含输入端 141、相同颜色平均单元 142、白平衡校正单元 143、 $\gamma$ 校正单元 144、颜色分离单元 145、转换表单元 146 和输出端 147。

以下关于如图 2B 所示目标像素 201 是窗口尺寸为  $5 \times 5$  像素的拜耳（Bayer）阵列的图像数据 300 中的 R 的情况进行说明。当目标像素 201 是 R 时，在中心具有目标像素 201 的 Bayer 阵列的图像数据 300 包含九个 R 像素、十二个 G 像素和四个 B 像素。

输入端 141 接收由周围像素参照单元 130 读取的 Bayer 阵列的图像数据 300。

相同颜色平均单元 142 关于包含在通过输入端 141 输入的 Bayer 阵列的图像数据 300 中的 RGB 的各输入信号计算像素的各颜色的平均值，并将计算的各像素的平均值输出到白平衡校正单元 143。特别地，相同颜色平均单元 142 根据下述表达式 1~3 将各输入信号 R、G 和 B 转换成 R1、G1 和 B1，并将 R1、G1 和 B1 输出到白平衡校正单元 143。

$R1 =$  包含在 Bayer 阵列的图像数据 300 中的九个 R 像素的像素值的平均值 (平均浓度) ... (表达式 1)

$G1 =$  包含在 Bayer 阵列的图像数据 300 中的十二个 G 像素的像素值的平均值 (平均浓度) ... (表达式 2)

$B1 =$  包含在 Bayer 阵列的图像数据 300 中的四个 B 像素的像素值的平均值 (平均浓度) ... (表达式 3)

白平衡校正单元 143 根据下述表达式 4~6 将从相同颜色平均单元 142 输出的值  $R1$ 、 $G1$  和  $B1$  转换成  $R2$ 、 $G2$  和  $B2$ , 并将值  $R2$ 、 $G2$  和  $B2$  输出到  $\gamma$  校正单元 144。

$R2 = R1 \times R$  的白平衡系数 ... (表达式 4)

$G2 = G1$  ... (表达式 5)

$B2 = B1 \times B$  的白平衡系数 ... (表达式 6)

$\gamma$  校正单元 144 根据下述表达式 7~9 将从白平衡校正单元 143 输出的值  $R2$ 、 $G2$  和  $B2$  转换成  $R3$ 、 $G3$  和  $B3$ , 并将值  $R3$ 、 $G3$  和  $B3$  输出到颜色分离单元 145。

$R3 = R2 \times \gamma$  系数 ... (表达式 7)

$G3 = G2 \times \gamma$  系数 ... (表达式 8)

$B3 = B2 \times \gamma$  系数 ... (表达式 9)

颜色分离单元 145 基于从  $\gamma$  校正单元 144 输出的各值  $R3$ 、 $G3$  和  $B3$  将颜色分离成  $r$ 、 $g$  和  $b$ , 并将值  $R3$ 、 $G3$  和  $B3$  输出到转换表单元 146。

图 4 表示颜色和校正值的转换表 146a, 该表格是在考虑人的视觉特性的情况下产生的。

在转换表 146a 中, 颜色 146b、值 ( $r$ 、 $g$  和  $b$ ) 146c 和校正值 146d 相互相关。该表被用于将从颜色分离单元 145 输出的值  $R3$ 、 $G3$  和  $B3$  转换成校正值  $k$ 。

转换表单元 146 参照转换表 146a 从值 ( $r$ 、 $g$ 、 $b$ ) 146c 中选择最接近从颜色分离单元 145 输出的  $R3$ 、 $G3$  和  $B3$  的值。然后, 转换表单元 146 选择与选择的值 ( $r$ 、 $g$ 、 $b$ ) 对应的校正值  $k$ , 并通过输出端

147 将选择的校正值  $k$  输出到外面。在从值  $(r, g, b)$  146c 中选择最接近  $R3$ 、 $G3$  和  $B3$  的值时，各值的颜色空间距离（矢量）被用作基准。

以下进一步说明用于在物理特性值计算单元 150 中计算物理特性值的方法。

首先说明噪声的物理特性。

图 5A 是表示图像的亮度和物理特性值（噪声量）之间的关系的例子示意图。

一般地，诸如 CCD 的成像器件的输出中的噪声等级（信号的标准偏差）可由固有噪声（floor noise）、光散粒噪声（optical shot noise）和不均匀灵敏度噪声的能量的和的平方根表示。具体而言，噪声等级由下述表达式 10 表示。

$$\sigma(x) = \sqrt{ax^2 + bx + c} \quad \dots \text{ (表达式 10)}$$

在该表达式中，“ $x$ ”是信号量，“ $a$ ”是与不平均敏感度噪声有关的常数，“ $b$ ”是与光散粒噪声有关的常数，“ $c$ ”是与主要包含暗电流散粒噪声和电路的热噪声的固有噪声有关的常数，并且“ $\sigma(x)$ ”是物理特性值。但是，在处理各种类型的噪声的应用中，可根据目的忽略表达式 10 中的平方根中的一些项。

作为表达式 10 的近似表达式，通过省略不均匀灵敏度噪声的效应建立表达式 11。

$$\sigma(x) = \sqrt{bx + c} \quad \dots \text{ (表达式 11)}$$

并且，作为表达式 11 的近似表达式，建立表达式 12。

$$\sigma(x) = b(\sqrt{x}) + c \quad \dots \text{ (表达式 12)}$$

上述“ $a$ ”、“ $b$ ”和“ $c$ ”是可根据 CCD、衬底和温度等被确定的参数。测量值或基于理论值计算的值可被用作参数。

在本实施例中，通过使用表达式 12 基于目标像素 201 的信号量  $x$  计算物理特性值  $\sigma(x)$ 。在这种情况下，信号量  $x$  和物理特性值  $\sigma(x)$  形成图 5A 所示的示意图的曲线（噪声曲线）。

物理特性值计算单元 150 参照通过周围像素参照单元 130 读取的

目标像素 201 的图像数据,根据表达式 12 按照与图像数据对应的图像的信号量  $x$  计算物理特性值  $\sigma(x)$ , 并将计算的物理特性值  $\sigma(x)$  输出到参数决定单元 160。

图 5A 表示在如下述表达式那样与光散粒噪声有关的常数“b”是 5 并且与固有噪声有关的常数“c”是 100 的情况下的噪声曲线的例子。

$$\sigma(x) = 5(\sqrt{x}) + 100 \quad (\text{信号量 } x: 0 \sim 800)$$

在这种情况下,假定当信号量  $x$  是 100 时物理特性值  $\sigma(x)$  是 150 并且当信号量  $x$  是 400 时物理特性值  $\sigma(x)$  是 200。

下面说明使用  $\epsilon$  滤波器用于决定去噪声处理的阈值的方法。

图 5B 表示在假定噪声量正态分布的情况下的正态分布表(高斯函数)和物理特性值  $\sigma(x)$  之间的关系。

如图 5B 所示,当假定噪声量为正态分布时,由于物理特性值  $\sigma(x)$  关于信号量  $x$  是标准偏差,因此在噪声和阈值之间建立以下的关系。

当阈值是  $1\sigma$  时,在阈值的范围  $(\pm 1\sigma)$  中包含 68% 的噪声。当阈值是  $2\sigma$  时,在阈值的范围  $(\pm 2\sigma)$  中包含 96% 的噪声。当阈值是  $3\sigma$  时,在阈值的范围  $(\pm 3\sigma)$  中包含 99% 的噪声。

由于在噪声和阈值之间建立了这种关系,因此,当在对包含噪声的图像执行的去噪声处理中将阈值设为较高时,可去除大量的噪声。但是,当将阈值设为较高时,大量的噪声被去除,由此图像的某一比例的存储的边缘成分减少。因此,当执行去噪声处理时,应考虑噪声成分和边缘成分设定适当的阈值。

特别地,当通过将阈值设为  $1\sigma$  来执行去噪声处理时,32% 的噪声没有被去除并保留在图像中,但是,图像的相对较大的比例的边缘成分可被存储。

当通过将阈值设为  $2\sigma$  来执行去噪声处理时,4% 的噪声保留,并且,与将阈值设为  $1\sigma$  的情况相比,噪声可减少 28%。但是,在这种情况下,与将阈值设为  $1\sigma$  的情况相比,可被存储的图像的边缘成分的比例减小。

在使用双边滤波器(bilateral filter)或小波变换(wavelet

transformation) 以及 $\epsilon$ 滤波器的去噪声方法中, 设置阈值也是很重要的。

参数决定单元 160 通过将颜色确定单元 140 输出的校正值  $k$  乘以从物理特性值计算单元 150 输出的物理特性值  $\sigma(x)$  计算阈值  $k\sigma(x)$ , 并将计算的阈值  $k\sigma(x)$  输出到去噪声单元 170。这样, 通过决定阈值  $k\sigma(x)$ , 可通过考虑噪声的物理特性和人的视觉特性使用适当的阈值执行去噪声处理。

现在详细说明去噪声单元 170 中的去噪声方法。在本实施例中, 作为例子说明使用  $9 \times 9$  个像素的  $\epsilon$  滤波器的去噪声方法。

在使用  $\epsilon$  滤波器的去噪声方法中, 对在中心具有目标像素的窗口中的周围像素中的被确定为“成员像素 (fellow pixel)”的周围像素执行平均化。基于目标像素和周围像素之间的差值的绝对值是否处于阈值的范围中确定周围像素是否是“成员像素”。如果目标像素和周围像素之间的差值的绝对值处于阈值的范围中, 那么周围像素被确定为成员像素并被作为平均化的目标。另一方面, 如果目标像素和周围像素之间的差值的绝对值处于阈值的范围之外, 那么周围像素被视为噪声并且不被作为平均化的目标。这样, 在使用  $\epsilon$  滤波器的去噪声方法中, 具有与目标像素的值明显不同的值的像素被确定为噪声并被去除。

图 6 表示目标像素 201 和周围像素 202 ~ 209 之间的像素等级关系。

例如, 当如图 6 所示在目标像素 201 周围存在八个周围像素 202~209 时, 存在于以目标像素 201 ( $R_c$ ) 处于中心的阈值  $k\sigma(R_c)$  的范围内的周围像素 203~206 和 209 被确定为成员像素并被作为平均化的目标。另一方面, 阈值  $k\sigma(R_c)$  的范围之外的周围像素 202 和 207 被确定为噪声并且不被作为平均化的目标。

这里, 关于如图 2C 所示目标像素 201 是窗口尺寸为  $9 \times 9$  像素的 Bayer 阵列的图像数据 400 中的 R 的情况进行说明。当目标像素 201 是 R 时, 具有在中心的目标像素 201 的 Bayer 阵列的图像数据 400 具有包含目标像素 201 的二十五个 R 像素。在图 2C 中, 目标像素 201

由  $R_c$  表示。

去噪声单元 170 根据从参数决定单元 160 输出的阈值  $k\sigma(R_c)$  对从周围像素参照单元 130 供给的 Bayer 阵列的图像数据 400 执行去噪声处理。特别地，在包含于 Bayer 阵列的图像数据 400 中的二十五个 R 像素中，存在于以目标像素 201 ( $R_c$ ) 处于中心的阈值  $k\sigma(R_c)$  的范围内的周围像素 R 被确定为成员像素并被视为平均化的目标。另一方面，阈值  $k\sigma(R_c)$  的范围之外的周围像素 R 被确定为噪声并且不被视为平均化的目标。这样，执行去噪声处理。

下面参照附图说明根据本发明的实施例的图像处理设备 100 的操作。

图 7 是表示由图像处理设备 100 执行的去噪声处理的过程的流程图。

一旦通过输入端 110 输入图像数据 (步骤 S900)，输入图像数据就被存储在线缓冲器 120 中 (步骤 S901)。

然后，表示构成存储在线缓冲器 120 中的图像数据 200 的各像素的垂直方向上的地址的变量  $i$  被初始化为 0 (步骤 S902)，并且表示水平方向上的地址的变量  $j$  被初始化为 0 (步骤 S903)。

然后，周围像素参照单元 130 从线缓冲器 120 读取包含位置  $(i, j)$  上的目标像素 201 和多个周围像素的 Bayer 阵列的图像数据 400 (步骤 S904)。

然后，物理特性值计算单元 150 参照由周围像素参照单元 130 读取的目标像素 201 的图像数据，基于目标像素 201 的信号量  $x$  计算目标像素 201 的物理特性值  $\sigma(x)$ ，并将计算的物理特性值  $\sigma(x)$  输出到参数决定单元 160 (步骤 S905)。

然后，颜色确定单元 140 参照由周围像素参照单元 130 读取的 Bayer 阵列的图像数据 300，确定 Bayer 阵列的图像数据 300 的颜色，基于确定的颜色计算校正系数  $k$ ，并将计算的校正系数  $k$  输出到参数决定单元 160 (步骤 S906)。

然后，参数决定单元 160 通过将颜色确定单元 140 输出的校正

值  $k$  乘以从物理特性值计算单元 150 输出的物理特性值  $\sigma(x)$  计算阈值  $k\sigma(x)$ ，并将计算的阈值  $k\sigma(x)$  输出到去噪声单元 170（步骤 S907）。

然后，去噪声单元 170 根据从参数决定单元 160 输出的阈值  $k\sigma(x)$  对从周围像素参照单元 130 供给的 Bayer 阵列的图像数据 400 执行去噪声处理（步骤 S908）。

然后，水平方向上的地址  $j$  增加 1（步骤 S909），使得目标像素 201 的位置移动一个像素。然后，确定地址  $j$  是否比水平像素的数量  $W$  小（步骤 S910）。如果满足  $j < W$ （步骤 S910），那么重复步骤 S904~S909。

另一方面，如果满足  $j \geq W$ （步骤 S910），那么垂直方向上的地址  $i$  增加 1（步骤 S911），使得目标像素 201 的位置沿垂直方向移动一个像素。然后，确定地址  $i$  是否比垂直像素的数量  $H$  小（步骤 S912）。如果满足  $i < H$ （步骤 S912），那么重复步骤 S903~S911。

如果满足  $i \geq H$ （步骤 S912），那么去噪声处理结束。

在上述实施例中说明了目标像素 201 是 R 的情况。在目标像素 201 是 G 或 B 的情况下以相同的方式执行处理，因此省略相应的说明。

下面简要说明人的视觉特性。

根据对于典型颜色的视觉特性，大多数人对黄色光和绿色光敏感。因此，如果去噪声等级对于黄色和绿色较高，那么他们感觉分辨率降低。

另一方面，大多数人对红色光和蓝色光不敏感。因此，即使去噪声等级对于红色和蓝色较高，他们也不会感觉到分辨率降低。

并且，根据对于对象的颜色的视觉特性，人对脸部的颜色的变化敏感。因此，去噪声等级被设为对肤色（flesh color）较高以在许多情况下产生漂亮的肤色。

并且，人对天空的颜色的变化敏感。因此，去噪声等级被设为对天空颜色较高以在许多情况下产生漂亮的天空颜色。

例如，在仅基于图像的颜色确定用于去噪声处理的参数时，如果



绿色的阈值被设为较低，并且如果红色的阈值被设为较高，那么去噪声的等级可根据设定的颜色变化。但是，在图像信号上叠加的噪声的性能与人的视觉特性无关。因此，如果不考虑噪声的物理特性，那么不可能对暗红和淡绿执行适当的去噪声。

因此，在本实施例中，通过计算依赖于亮度的物理特性值来考虑噪声的物理特性，并且还通过根据图像的颜色校正物理特性值来考虑人的视觉特性。使用该方法，根据本实施例，可通过考虑噪声的物理特性和人的视觉特性有效地去除噪声。

并且，根据本实施例，通过在同时考虑人的视觉特性和噪声的物理特性的情况下决定去噪声处理的参数，执行去噪声处理。因此，可获得视觉上自然的图像。

并且，根据本实施例，与不均匀敏感度噪声有关的常数“a”、与光散粒噪声有关的常数“b”和与固有噪声有关的常数“c”是可根据CCD、衬底和温度等决定的参数。由于噪声的物理特性值是在考虑这些常数的情况下被计算的，因此可在不同的系统之间应用去噪声的效果。

并且，根据本实施例，如果假定噪声是正态分布的，那么可事先基于决定的阈值计算多少噪声可被去除。

在本实施例中，当物理特性值计算单元 150 计算物理特性值 $\sigma(x)$ 时，目标像素的信号量的值按原样被使用。作为替代方案，通过在使用 LPF、 $\epsilon$ 滤波器或中值滤波器 (median filter) 的去噪声处理之后，使用作为信号量  $x$  的值，计算物理特性值 $\sigma(x)$ 。

作为替代方案，可在考虑白平衡系数的效果的情况下，基于已调整白平衡的图像数据计算物理特性值 $\sigma(x)$ 。

并且，可通过测量屏幕的 OB (光学黑体 (optical black)) 区域中的标准偏差获得拍摄时的散粒噪声，使得散粒噪声与由于温度增加导致的噪声的变化对应。

在本实施例中，当颜色确定单元 140 计算校正值得  $k$  时，可使用通过根据  $r$ 、 $g$  和  $b$  值的颜色空间距离插入与近似的  $r$ 、 $g$  和  $b$  值对应的

校正值  $k$  获得值。例如，可基于  $r$ 、 $g$  和  $b$  值的颜色空间距离中的距离的比率计算校正值  $k$ 。

当颜色确定单元 140 计算校正值  $k$  时，使用由  $R$ 、 $G$  和  $B$  的颜色构成的图像数据。作为替代方案，可使用由  $C$ 、 $M$  和  $Y$  的补色构成的图像数据。

当颜色确定单元 140 计算校正值  $k$  时，白平衡值可被固定并被简化。

当颜色确定单元 140 计算校正值  $k$  时，使用窗口中的各颜色的平均值。作为替代方案，也可使用中间值、LPF 值或  $\epsilon$  滤波器值。

当颜色确定单元 140 计算校正值  $k$  时，考虑到暗色部分中的噪声被  $\gamma$  曲线强调，对于诸如褐色的暗色的校正值  $k$  可被设为较大。

由于  $\gamma$  校正单元 144 用于考虑  $\gamma$  曲线的效果，因此可基于执行  $\gamma$  反向校正的颜色空间执行颜色确定，使得  $\gamma$  校正单元 144 可被省略。

在上述实施例中，通过将校正值  $k$  乘以物理特性值  $\sigma(x)$  计算阈值  $k\sigma(x)$ 。如果在考虑噪声的物理特性和人的视觉特性的情况下决定适当的阈值，那么可通过诸如加上校正值  $k$  和物理特性值  $\sigma(x)$  的另一计算来计算阈值。

当去噪声单元 170 通过使用  $\epsilon$  滤波器执行平均化时，执行平均化的各像素可被加权。例如，可根据目标像素和各像素之间的距离改变权重。

在上述实施例中，说明了使用  $\epsilon$  滤波器的去噪声方法。作替代方案，可通过使用预定的参数使用代替  $\epsilon$  滤波器的小波变换、双边滤波器或三边滤波器执行去噪声处理。

可通过使用小波变换作为去噪声方法，应用本实施例作为中心化 (coring) 的阈值决定方法。

并且，本实施例可被应用于在频带划分 (band division) 之后执行的去噪声处理。并且，可通过设定根据带改变的阈值执行去噪声处理。

现在说明作为  $\epsilon$  滤波器以外的滤波器的例子的双边滤波器。

双边滤波器是用于根据等级差异执行加权的滤波器。以下说明使用高斯函数作为权重函数的例子。

高斯函数可被表示为  $N(\mu, \sigma^2)$  ( $N$  (均值, 方差))。

当满足以下表达式时: 噪声  $(x) = b(\sqrt{x}) + c$ ; 和

阈值  $(x) = k(x) \times \text{noise}(x)$  时, 双边滤波器使用  $N(0, (\text{阈值}(x))^2)$  的高斯函数。

即, 双边滤波器在物理特性值 (噪声量) 较大时使用扩散高斯函数, 并在颜色校正值较大时使用另一扩散高斯函数。

在上述实施例中, 采用 Bayer 阵列作为像素阵列。作为替代方案, 可应用 Bayer 阵列以外的像素阵列。

在上述实施例中, 图像数据 300 的窗口尺寸是  $5 \times 5$ , 并且图像数据 400 的窗口尺寸是  $9 \times 9$ 。也可以使用其它的窗口尺寸, 并且目标区域可以是可变的。

此外, 由颜色确定单元 140 使用的像素阵列的窗口尺寸可以与由去噪声单元 170 使用的窗口尺寸相同。

在上述实施例中说明了图像处理设备。本实施例也可被应用于诸如数字照相机的图像捕获设备或诸如具有这种配置的个人计算机的图像处理设备。

本发明的实施例是用于实施本发明的例子并且与下面说明的权利要求中的特定元件具有对应关系。但是, 本发明不限于上述实施例, 在不背离本发明的范围的条件下, 可以提出各种变更方案。

即, 图像处理设备与图像处理设备 100 对应。

输入装置与输入端 110 对应。物理特性值计算装置与物理特性值计算单元 150 对应。参数决定装置与参数确定单元 140 对应。参数决定装置与参数决定单元 160 对应。由去噪声单元 170 执行去噪声处理。

基于噪声的物理特性和人的视觉特性执行去除图像数据中包含的噪声的去噪声处理的图像处理设备与图像处理设备 100 对应。

图像捕获设备与图像处理设备 100 对应。

输入与步骤 S900 对应。计算物理特性值与步骤 S905 对应。确定

颜色与步骤 S906 对应。决定参数与步骤 S907 对应。

在本发明的实施例中说明的处理的过程可被视为具有一系列的步骤的方法，或者可被视为允许计算机执行一系列步骤的程序和存储程序的记录介质。

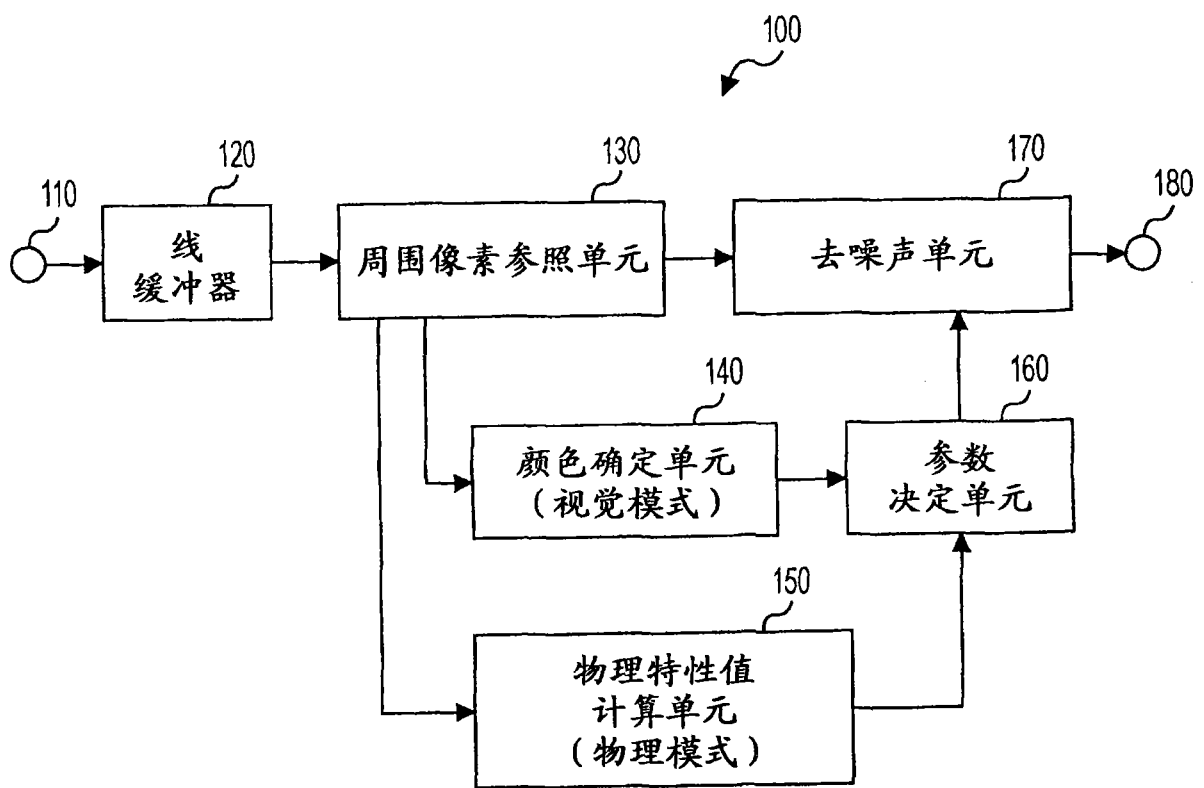


图1

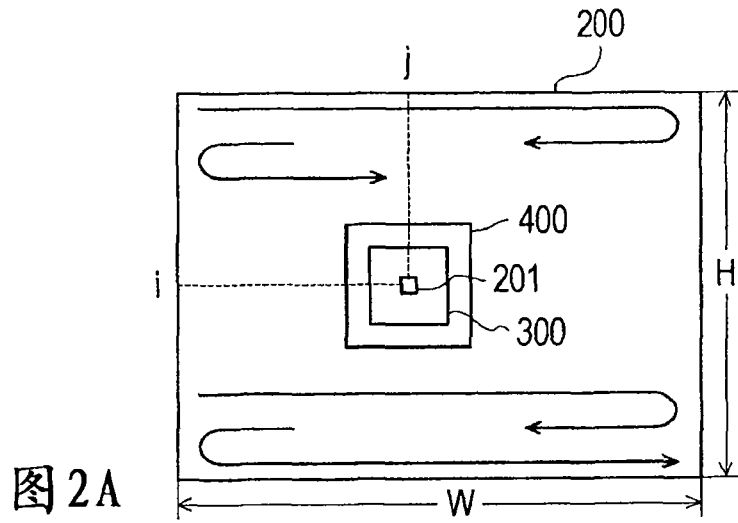


图2A

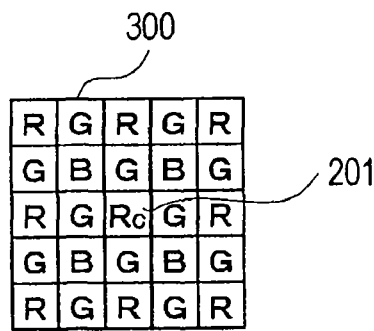


图2B

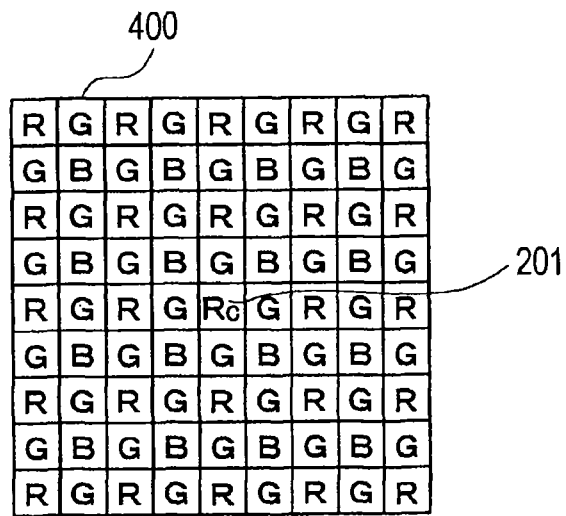


图2C

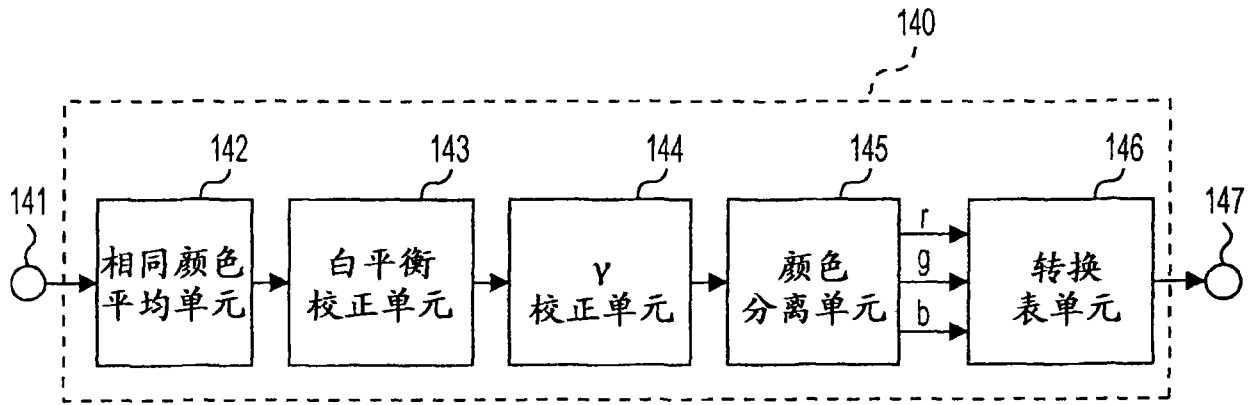


图 3

颜色	(r, g, b)	校正值: k
绿色	(100, 170, 100)	2.0
黄色	(240, 200, 60)	2.0
蓝色	(90, 90, 200)	3.0
红色	(200, 50, 70)	3.0
肤色	(220, 170, 170)	3.0
其它		2.5

图 4

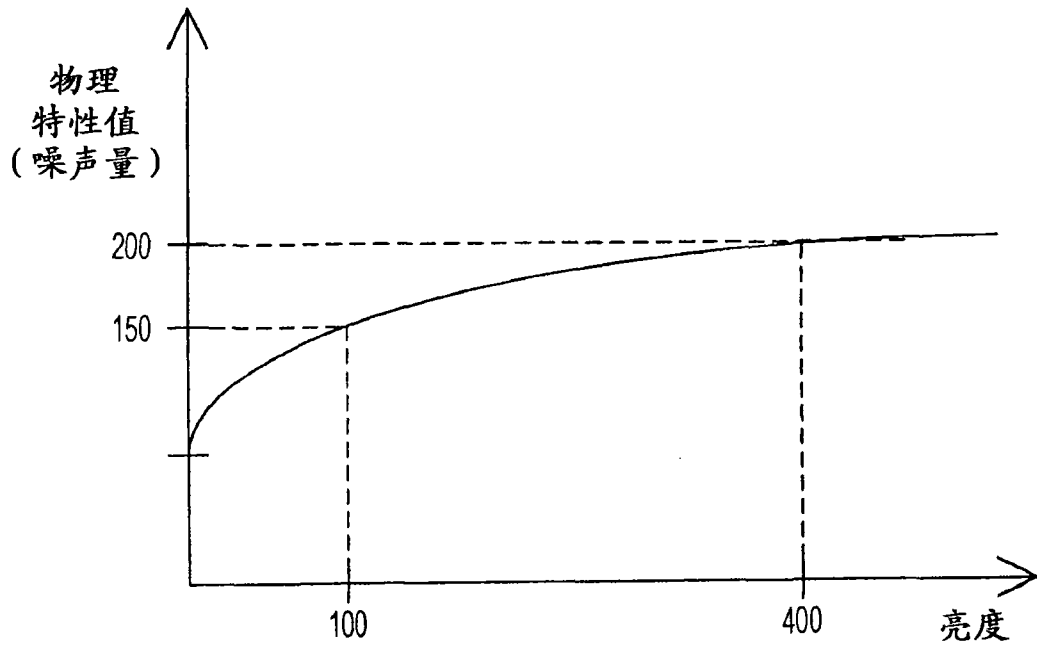


图 5A

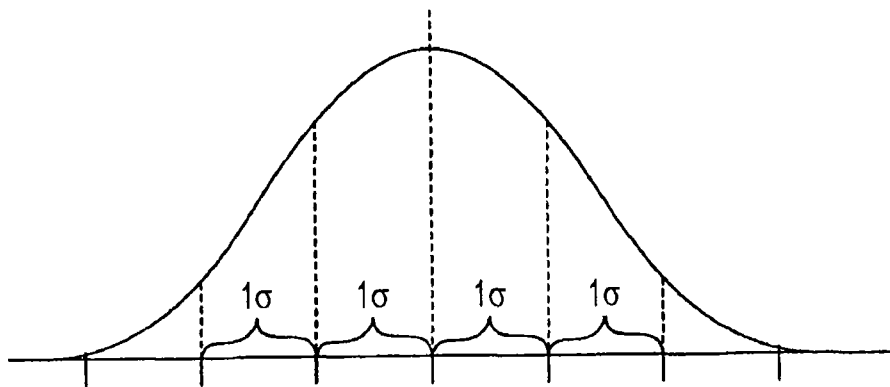


图 5B



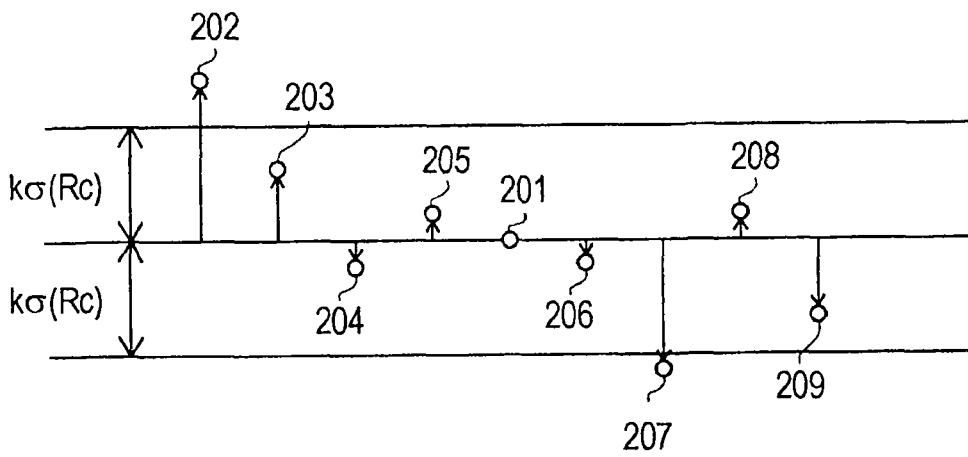


图 6

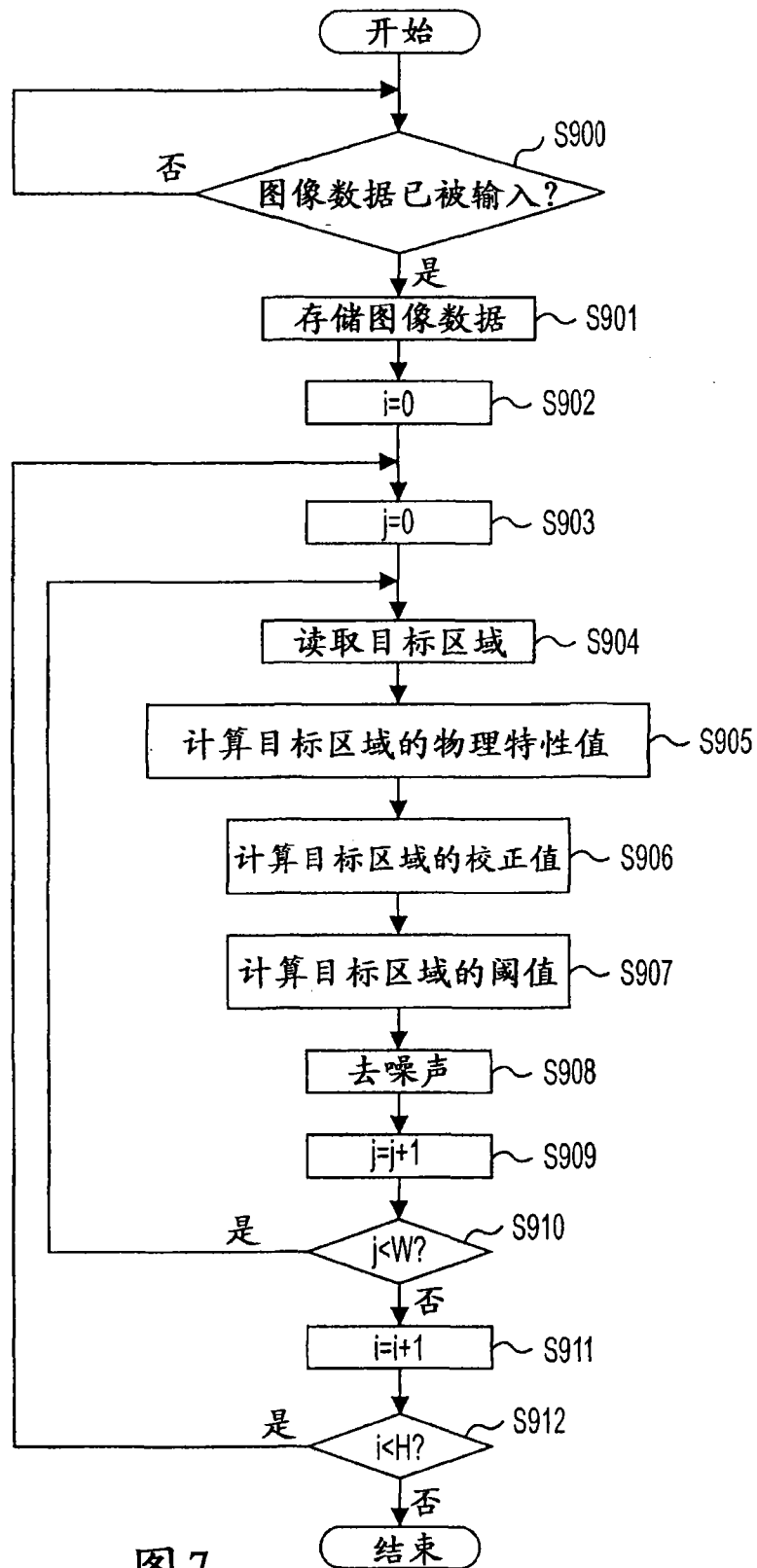


图 7