

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102081789 A

(43) 申请公布日 2011.06.01

(21) 申请号 201010177895.8

(22) 申请日 2010.05.18

(30) 优先权数据

2009-273221 2009.12.01 JP

(71) 申请人 富士施乐株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 木村俊一 宋一宪 越裕

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 龙涛峰

(51) Int. Cl.

G06T 3/00(2006.01)

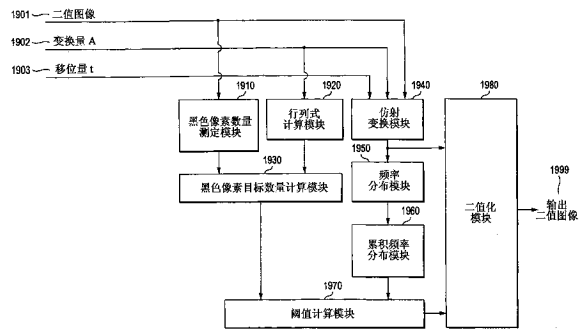
权利要求书 1 页 说明书 15 页 附图 13 页

(54) 发明名称

图像处理装置和图像处理方法

(57) 摘要

本发明提供一种图像处理装置和图像处理方法,所述图像处理装置包括计数单元、变换单元、第一计算单元、第二计算单元以及二值化单元。所述计数单元对原始二值图像的像素数量进行计数。所述变换单元基于给定的变换水平将所述原始二值图像变换为变换图像。所述第一计算单元基于给定的变换水平和所述原始二值图像的像素数量来计算所述变换图像的像素数量。所述第二计算单元基于所述变换图像的各个像素值的像素数量和所述变换图像的像素数量来计算阈值水平。所述二值化单元基于所述阈值水平对所述变换图像进行二值化。



1. 一种图像处理装置,包括:

计数单元,其对原始二值图像的黑色像素数量或者白色像素数量进行计数;

变换单元,其基于给定的变换水平将所述原始二值图像变换为变换图像,所述变换图像的各个像素值表示为多值;

第一计算单元,其基于给定的变换水平和由所述计数单元计数得到的所述原始二值图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量;

第二计算单元,其基于所述变换图像的各个像素值的像素数量和由所述第一计算单元计算出的所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算阈值水平;以及

二值化单元,其基于所述阈值水平对所述变换图像进行二值化。

2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

所述变换单元基于给定的移动水平将所述原始二值图像变换为所述变换图像。

3. 根据权利要求1或2所述的图像处理装置,其中,

所述二值化单元通过将所述阈值水平与所述变换图像中的各个像素值相比较来对所述变换图像进行二值化,并且当所述像素值与所述阈值相等时,所述二值化单元基于由所述第一计算单元计算出的所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量来对所述变换图像中的像素值进行二值化。

4. 根据权利要求1或2所述的图像处理装置,还包括:

划分单元,其将所述原始二值图像划分为多个矩形的二值图像;以及

合成单元,其对由所述二值化单元二值化的多个二值图像进行合成;

其中,所述计数单元对各个矩形的二值图像的黑色像素数量或白色像素数量进行计数,并且

所述变换单元将各个矩形的二值图像变换为变换图像。

5. 根据权利要求3所述的图像处理装置,还包括:

划分单元,其将所述原始二值图像划分为多个矩形的二值图像;以及

合成单元,其对由所述二值化单元二值化的多个二值图像进行合成;

其中,所述计数单元对各个矩形的二值图像的黑色像素数量或白色像素数量进行计数,并且

所述变换单元将各个矩形的二值图像变换为变换图像。

6. 一种图像处理方法,包括:

对原始二值图像的黑色像素数量或白色像素数量进行计数;

基于给定的变换水平将所述原始二值图像变换为变换图像,所述变换图像的各个像素值表示为多值;

基于给定的变换水平和所述原始二值图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量;

基于所述变换图像的各个像素值的像素数量和所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算阈值水平;以及

基于所述阈值水平对所述变换图像进行二值化。

图像处理装置和图像处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理装置和图像处理方法。

背景技术

[0002] 已有针对二值图像的图像处理技术,例如,用于缩小二值图像的技术。

[0003] 作为这种技术的相关技术,例如,日本专利 JP-A-10-178544 的目的在于提供一种图像缩小装置,该图像缩小装置能够大大提高缩小图像的图像质量,并能够容易地应对任何期望缩小率,并且该专利中公开了:行缓冲器按照期望的缩小率以输入二值图像生成像素块;平均值计算器获得像素块中的像素值的平均值;加法器将周围像素块的误差与平均值计算器的结果相加;阈值比较器将加法器的相加结果与预定阈值相比较,并将比较结果作为缩小图像的像素输出至行缓冲器;像素计数器计算缩小像素的黑像素数量;并且误差计算器基于加法器的相加结果和像素计数器的计数结果来计算误差。

[0004] 此外,例如,日本专利 JP-A-2001-358937 的目的在于提供一种二值图像分辨率的变换方法,该变换方法能够在不同分辨率的图像输入装置和图像输出装置之间保持输入图像的尺寸并且抑制图像质量的劣化,并且该专利中公开了一种用于对由黑白两种值构成的图像数据的分辨率进行变换的方法,该方法包括以下步骤:依照根据变换之前和变换之后的分辨率计算得到的变换率来创建作为原始图像的二值图像的分辨率变换表;设定黑/白判定阈值;根据变换表和变换之前的图像各点中的二值数据来计算变换之后的图像各点中黑色所占的比例作为点数;以及在变换之后根据计算得出的各点中黑色的点数以及所设定的黑/白判定阈值来实施黑/白判定,以获得变换之后的图像。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种图像处理装置和图像处理方法,其中,在针对二值图像的图像处理中,在防止由图像处理引起图像质量劣化的同时,抑制待处理的二值图像的密度和图像处理之后的二值图像的密度的变化。

[0006] [1] 根据本发明的一方面,一种图像处理装置包括:计数单元,其对原始二值图像的黑色像素数量或白色像素数量进行计数;变换单元,其基于给定的变换水平将所述原始二值图像变换为变换图像,所述变换图像的各个像素值表示为多值;第一计算单元,其基于给定的变换水平和由所述计数单元计数得到的所述原始二值图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量;第二计算单元,其基于所述变换图像的各个像素值的像素数量和由所述第一计算单元计算出的所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算阈值水平;以及二值化单元,其基于所述阈值水平对所述变换图像进行二值化。

[0007] [2] 在根据第 [1] 项所述的图像处理装置中,所述变换单元基于给定的移动水平(移动量)将所述原始二值图像变换为所述变换图像。

[0008] [3] 在根据第 [1] 或 [2] 项所述的图像处理装置中,所述二值化单元通过将所述阈

值水平与所述变换图像中的各个像素值相比较来对所述变换图像进行二值化,并且当所述像素值与所述阈值相等时,所述二值化单元基于由所述第一计算单元计算出的所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量来对所述变换图像中的像素值进行二值化。

[0009] [4] 根据第 [1] 或 [2] 项所述的图像处理装置,还包括:划分单元,其将所述原始二值图像划分为多个矩形的二值图像;以及合成单元,其对由所述二值化单元二值化的多个二值图像进行合成;其中,所述计数单元对各个矩形的二值图像的黑色像素数量或白色像素数量进行计数,并且,所述变换单元将各个矩形的二值图像变换为变换图像。

[0010] [5] 根据第 [3] 项所述的图像处理装置,还包括:划分单元,其将所述原始二值图像划分为多个矩形的二值图像;以及合成单元,其对由所述二值化单元二值化的多个二值图像进行合成;其中,所述计数单元对各个矩形的二值图像的黑色像素数量或白色像素数量进行计数,并且,所述变换单元将各个矩形的二值图像变换为变换图像。

[0011] [6] 根据本发明的另一方面,一种图像处理方法,包括:对原始二值图像的黑色像素数量或白色像素数量进行计数;基于给定的变换水平将所述原始二值图像变换为变换图像,所述变换图像的各个像素值表示为多值;基于给定的变换水平和所述原始二值图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量;基于所述变换图像的各个像素值的像素数量和所述变换图像的黑色像素数量或白色像素数量来计算阈值水平;以及基于所述阈值水平对所述变换图像进行二值化。

[0012] 利用第 [1] 项的构造,在针对二值图像的图像处理中,在防止由图像处理引起图像质量劣化的同时,抑制待处理二值图像的密度和图像处理后的二值图像的密度变化。

[0013] 利用第 [2] 项的构造,在图像处理时也可以基于移动进行变换。

[0014] 利用第 [3] 项的构造,即使在二值化的阈值和像素值相同的情况下,也可以抑制待处理的二值图像的密度和图像处理之后的二值图像的密度发生变化。

[0015] 利用第 [4] 或 [5] 项的构造,在防止二值图像的每个矩形由于图像处理引起图像质量劣化的同时,抑制待处理的矩形内的二值图像的密度和图像处理后的矩形内的二值图像的密度的变化。

[0016] 利用第 [6] 项的方法,在针对二值图像的图像处理中,在防止由图像处理引起图像质量劣化的同时,抑制待处理的二值图像的密度和图像处理之后的二值图像的密度的变化。

附图说明

[0017] 将基于下面的附图详细说明本发明的示例性实施例,其中:

[0018] 图 1 是示出了图像内的一个像素的实例的说明图;

[0019] 图 2 是示出了像素的矢量表示的实例的说明图;

[0020] 图 3 是示出了经过仿射变换的像素实例的说明图;

[0021] 图 4 是示出了经过仿射变换的像素和输出图像的像素之间的关系实例的说明图;

[0022] 图 5 是示出了经过仿射变换的像素和输出图像的像素之间的关系实例的说明图;

[0023] 图 6 是示出了经过逆仿射变换的像素和待处理图像的像素之间的关系实例的说明图;

[0024] 图 7 是示出了经过逆仿射变换的像素和待处理图像的像素之间的关系实例的说

明图；

- [0025] 图 8 是示出了移位变换的实例的说明图；
- [0026] 图 9 是示出了移位变换的实例的说明图；
- [0027] 图 10 是示出了经过移位变换的单个像素的密度值实例的说明图；
- [0028] 图 11 是示出了在移位变换之后执行二值化的实例的说明图；
- [0029] 图 12 是示出了移位变换的实例的说明图；
- [0030] 图 13 是示出了在移位变换之后执行基于误差扩散的二值化的实例的说明图；
- [0031] 图 14 是示出了像素值和像素数量的关系实例的频率分布图表；
- [0032] 图 15 是示出了像素值和像素数量的关系实例的累积频率分布图表；
- [0033] 图 16 是示出了根据累积频率分布图表判断二值化阈值的实例的说明图；
- [0034] 图 17 是示出了移位变换的实例的说明图；
- [0035] 图 18 是示出了在移位变换之后执行根据示例性实施例的二值化的实例的说明图；
- [0036] 图 19 是与示例性实施例的构造实例相关的概念模块构造图；
- [0037] 图 20 是示出了累积频率分布表格的数据结构实例的说明图；
- [0038] 图 21 是表示像素值和累积频率的关系实例的示意图；
- [0039] 图 22 是示出了误差扩散的实例的说明图；
- [0040] 图 23 是示出了误差扩散的扩散系数实例的说明图；
- [0041] 图 24A 至图 24E 是示出了针对每个模块执行的变换的实例的说明图；以及
- [0042] 图 25 是示出了实现本示例性实施例的计算机硬件构造实例的框图。

具体实施方式

[0043] 首先,作为描述示例性实施例的准备,将对仿射变换、二值化等进行说明,仿射变换、二值化等是针对二值图像的图像处理。

[0044] <1.1. 仿射变换>

[0045] 首先,以公式 (1) 表示仿射变换所针对的坐标 (矢量):

[0046] [公式 1]

$$[0047] \quad \mathbf{p} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (1)$$

[0048] 以公式 (2) 表示输出坐标 (矢量):

[0049] [公式 2]

$$[0050] \quad \mathbf{q} = \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} \quad (2)$$

[0051] 当矢量 \mathbf{p} 经过仿射变换以变成矢量 \mathbf{q} 时,矢量 \mathbf{p} 和矢量 \mathbf{q} 具有公式 (3) 所示的关系:

[0052] [公式 3]

$$[0053] \quad \mathbf{q} = \mathbf{A}\mathbf{p} + \mathbf{t} \quad (3)$$

[0054] 其中 \mathbf{A} 为表示变换量的 2×2 矩阵,并且 \mathbf{t} 为表示移位量的列矢量 [参考公式 (4)]:

[0055] [公式 4]

$$[0056] \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, \quad \mathbf{t} = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} \quad (4)$$

[0057] 例如,当如公式 (5) 所示设定矩阵 A 和列矢量 t 时,变换之后的矢量 q 的大小变为变换之前的矢量 p 的大小的双倍。也就是说,矢量 q 被双倍放大。

[0058] [公式 5]

$$[0059] \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{t} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

[0060] 此外,例如,当如公式 (6) 所示设定矩阵 A 和列矢量 t 时,变换之后的矢量 q 的大小变为变换之前的矢量 p 的大小的一半。也就是说,矢量 q 被缩小至一半。

[0061] [公式 6]

$$[0062] \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{t} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

[0063] 一般来说,仿射变换是将平行四边形复制为平行四边形的处理。因此,原先为正方形的像素被变换为平行四边形的形状。然而,矩阵 A 必须是正则矩阵(行列式不为零,或者其具有逆矩阵),从而复制目标可以为平行四边形。在后面描述的示例性实施例中,所执行的处理仅限于矩阵 A 是正则矩阵的情况。

[0064] <1.2. 像素坐标的定义>

[0065] 在下文中,将以竖直长度为“1”并且水平长度为“1”的正方形表示图像的一个像素。此外,假定包围图像的各个像素的线段的坐标值排列成在(x, y)坐标系中为整数。例如,如图 1 所示,在位于左下端的坐标系中,待处理图像内的一个像素 100 的顶点坐标为(0,0)、(1,0)、(0,1)和(1,1),并且其它像素的顶点坐标也是排列成在(x, y)坐标系中为整数。

[0066] 如图 1 所示,待处理图像(在下文中有时称为“相关图像”)的各个像素或经过仿射变换处理的输出图像(在下文中,在将图像仅称为“输出图像”的情况下,指的是经过了仿射变换但在二值化之前的相关图像)的各个像素设置在竖直长度和水平长度均为“1”的网格中。

[0067] <1.3. 利用投影法的仿射变换>

[0068] 下面,将说明使用上述定义执行待处理二值图像的仿射变换的方法。

[0069] 首先,假定待处理二值图像中含有 N 个像素。以“Pi”表示第 i 像素。此外,以矢量表示的(pi00, pi10, pi01, pi11)表示像素 Pi 的四个顶点的坐标。更具体地说,如图 2 所示,图像 220 的左下顶点成为位置矢量 200(pi00),左上顶点成为位置矢量 201(pi01),右下顶点成为位置矢量 210(pi10),并且右上顶点成为位置矢量 211(pi11)。

[0070] 这里,假定像素 Pi 经过了仿射变换。以 Qi 表示仿射变换之后的像素。当以(qi00, qi10, qi01, qi11)表示像素 Qi 的四个顶点的坐标时,它们为公式 (7) 所示:

[0071] [公式 7]

$$[0072] \quad q_{i_{uv}} = A p_{i_{uv}} + t \quad (7)$$

[0073] 其中 $u \in \{0, 1\}$, 并且 $v \in \{0, 1\}$ 。

[0074] 因此,变换成为图 3 中所示,并且仿射变换之后的像素 Q_i 的形状(图像 320)成为平行四边形,该平行四边形的顶点为位置矢量 300(q_{i00})、位置矢量 301(q_{i01})、位置矢量 310(q_{i10}) 和位置矢量 311(q_{i11})。

[0075] 将在该状态下得到输出图像的像素值。输出图像的一个像素为竖直长度和水平长度均为“1”的网格(图 1 中的实例)。因此,在图 4 中示出了图 3 的实例中所示的平行四边形与输出图像的网格(每个网格表示一个像素)重叠显示的实例。在图 4 中,由虚线包围的正方形(构成输出图像 400 的四个正方形)对应于输出图像的一个像素。

[0076] 因此,关注输出图像的一个像素 R_j 。假定输出图像中包含的像素数量为“ M ”,“ j ”表示指示输出图像的像素的指针。现在,像素 R_j 中包含一个或多个仿射变换之后的像素 Q 。如图 5 所示,输出图像的像素 510(R_j) 中包含仿射变换之后的像素 520 中的一个或多个像素 Q 。

[0077] 在这种情况下,输出图像的像素 R_j 内部存在的像素 Q_i 的面积定义为公式(8)中所示:

[0078] [公式 8]

$$[0079] \quad W_{Q_i R_j} \quad (8)$$

[0080] 由于像素 R_j 的面积为“1”,可以肯定地说,公式(8)表示像素 R_j 内部存在的像素 Q_i 的面积比例。顺便提及,像素 R_j 的外部存在使公式(8)为零的像素 Q_i 。

[0081] 这里,将以 X_i 表示待处理图像内的第 i 像素 P_i 的像素值。同样,将以 Y_j 表示输出图像内的第 j 像素 R_j 的像素值。可以如公式(9)所示计算像素值 Y_j :

[0082] [公式 9]

$$[0083] \quad Y_j = \sum_i W_{Q_i R_j} X_i \quad (9)$$

[0084] 作为选择,可以通过对输出图像的像素网格进行逆变换来计算像素值 Y_j 。

[0085] 当以(r_{j00} , r_{j10} , r_{j01} , r_{j11})表示输出图像的像素 R_j 的四个顶点的位置矢量时,并且当以公式(10)对这些顶点进行逆变换时,输出图像的像素可以映射在相关图像的像素上:

[0086] [公式 10]

$$[0087] \quad s_{j_{uv}} = A^{-1}(r_{j_{uv}} - t) \quad (10)$$

[0088] 其中 $u \in \{0, 1\}$, 并且 $v \in \{0, 1\}$ 。

[0089] (s_{j00} , s_{j10} , s_{j01} , s_{j11})表示当输出图像的像素的顶点位置映射在相关图像中的时的位置矢量。以“ S_j ”表示四个顶点为(s_{j00} , s_{j10} , s_{j01} , s_{j11})的平行四边形的像素。如图 6 所示,和相关图像的像素 630 形成对比,逆仿射变换之后的像素 620 为平行四边形所包围的像素,该平行四边形保持了位置矢量 600(s_{j00})、位置矢量 601(s_{j01})、位置矢量 610(s_{j10}) 和位置矢量 611(s_{j11}) 的顶点。

[0090] 在这种情况下,用输出图像的像素 S_j 内部存在的相关图像的像素 P_i 的面积除以输出图像的像素 S_j 的面积所得到的值(像素 S_j 内部存在的像素 P_i 的面积比例)定义为如公式(11)所示:

[0091] [公式 11]

$$[0092] \quad W_{P_i S_j} \quad (11)$$

[0093] 这里,公式(12)成立,因此,可以通过公式(13)计算输出图像的像素值 Y_j 。

[0094] [公式 12]

$$[0095] \quad w_{Pisj} = w_{Qirj} \quad (12)$$

[0096] [公式 13]

$$[0097] \quad Y_j = \sum_i w_{Pisj} X_i \quad (13)$$

[0098] 实际上,可以采用计算较为简单的公式 (8) 和公式 (11)。在下文中,由于无需区分公式 (8) 和公式 (11),因此将建立公式 (14) :

[0099] [公式 14]

$$[0100] \quad w_{ij} = w_{Pisj} = w_{Qirj} \quad (14)$$

[0101] 作为这一部分的结论,基于投影法的仿射变换之后的像素值为公式 (15) 所示 :

[0102] [公式 15]

$$[0103] \quad Y_j = \sum_i w_{ij} X_i \quad (15)$$

[0104] 其中,应当注意,这里计算的像素值 Y_j 是多值 (灰度值),并且该像素值 Y_j 不是二值。

[0105] <1.4. 利用插值法的仿射变换 >

[0106] 为了计算仿射变换之后的像素值,已有如下技术,其中,通过线性插值法 (双线性法)、立方卷积法 (双三次法) 等以周围的像素值进行插值,找到像素之间的值。

[0107] 例如,使用线性插值法,处理为如下所述。

[0108] 如图 7 中所示,逆仿射变换之后的像素 710 (S_j) 的中心点 711 (两条对角线的交点) 的坐标为 (s_{jx}, s_{jy})。同样地,相关图像的像素 P_i 的中心点的坐标为 (p_{ix}, p_{iy})。

[0109] 这里,以 P_1 (像素 701)、 P_2 (像素 702)、 P_3 (像素 703) 和 P_4 (像素 704) 表示像素 S_j 的中心点附近的相关图像的四个像素。四个像素 P_1 、 P_2 、 P_3 和 P_4 的像素值为 X_1 、 X_2 、 X_3 和 X_4 。在这种情况下,当以公式 (16) 表示输出图像的像素 S_j 的像素值 Y_j 时,该像素值 Y_j 可以表示为公式 (17) 所示的形式 :

[0110] [公式 16]

$$[0111] \quad \alpha = s_{jx} - p_{1x}$$

$$[0112] \quad (16)$$

$$[0113] \quad \beta = p_{1y} - s_{jy}$$

[0114] [公式 17]

$$[0115] \quad Y_j = \alpha \beta X_1 + \alpha (1 - \beta) X_2 + (1 - \alpha) \beta X_3 + (1 - \alpha) (1 - \beta) X_4 \quad (17)$$

[0116] 公式 (17) 的形式与公式 (15) 的形式相同。可以将除了四个周围像素以外的任何像素的权值 w_{ij} 视为“0”。在上述说明中,使用了线性插值法,从而使用了输出图像的像素 S_j 的中心点附近的四个周围像素的值。然而,使用例如为立方卷积的其它插值法时,使用十六个周围像素的值。同样在该情况下,得到与公式 (15) 的形式相同的计算公式。

[0117] 总之,适当地计算权值 w_{ij} ,从而使用投影法或插值法以公式 (15) 的形式求出输出图像的像素 S_j 的像素值。

[0118] <1.5. 二值化 >

[0119] 通常,公式 (15) 的输出为多值,例如灰度值。为了得到二值图像输出,该多值 (例如灰度值) 需要被二值化。在下文中,将以“ Z_j ”表示通过对多值数据 Y_j 进行二值化得到

的结果。

[0120] 例如,这里将目标图像的像素值假定为两个值“0”和“1”。在这种情况下,公式(15)的输出 Y_j 称为实数值:

$$[0121] \quad 0 \leq Y_j \leq 1$$

[0122] 为了将实数值转变为二值“0”或“1”,通常执行阈值处理。更具体地说,借助于预定的阈值 TH 运用公式(18):

[0123] [公式 18]

$$[0124] \quad \text{当 } Y_j < \text{TH 时, } Z_j = 0$$

$$[0125] \quad \text{当 } Y_j \geq \text{TH 时, } Z_j = 1 \quad (18)$$

[0126] 在公式(18)中对像素值 Y_j 和阈值 TH 进行比较时,如果二者相等,那么可以设定 $Z_j = 0$,也可以设定 $Z_j = 1$ 。任一设定皆可。

[0127] 以这种方式,当以单阈值执行二值化时,在某些情况下,未能保存目标图像的直线或曲线的平滑度。下面将描述这种不利的实例。这里,将以简单仿射变换表示执行移位变换的实例(公式 19):

[0128] [公式 19]

$$[0129] \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{t} = \begin{pmatrix} 1/3 \\ 1/3 \end{pmatrix} \quad (19)$$

[0130] 并且在这种变换中,像素分别沿 x 方向和 y 方向移位了 1/3 像素。关于图 8 中的实例,由实线包围的四边形是变换之前的像素,而由虚线包围的四边形是变换之后的像素。

[0131] 这里,假定变换之前的图像为图 9 中所示。也就是说,该图像为这样:在下段的行中每隔一列排列一个黑色像素。

[0132] 这里,利用投影法计算变换之后的像素值。

[0133] 在投影法中,利用面积比计算密度值,并且由此,二值化之前的各个像素的像素值(灰度值)成为图 10 中所示。更具体地说,输出图像上段的左角上的像素的像素值为 1/9,其右侧相邻像素的像素值为 2/9,输出图像下段的左角上的像素的像素值为 2/9,并且其右侧相邻像素的像素值为 4/9。

[0134] 一般而言,通常将“0.5”用作公式(18)的阈值 TH。在图 10 中所示实例的情况下,变换之后的所有像素值都小于阈值 TH(0.5),从而输出的二值图像成为图 11 中所示的全白图像。

[0135] 由于可能发生上述的不利情况(密度变化),因此通过执行日本专利 JP-A-10-178544、JP-A-2001-358937 等现有技术实例中的误差扩散处理,使执行的处理中保存相关图像的密度。由于在误差扩散处理中保存了密度,因此虚线不会消失。然而,在执行误差扩散处理的情况下,可能会出现直线等中产生抖动的情况。下面将示出误差扩散处理的实例。

[0136] 假定以公式(20)表示仿射变换:

[0137] [公式 20]

$$[0138] \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{t} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1/3 \end{pmatrix} \quad (20)$$

[0139] 并且在这种仿射变换中,每个像素沿 y 方向移位 1/3 像素。

[0140] 在图 12 中示出了变换之前的图像。变换之前的图像是宽度为一个竖直像素的水平线。当该图像(直线图像)被变换至虚线所示的像素位置并且通过误差扩散处理而进一步二值化时,得到图 13 中的实例。

[0141] 在误差扩散法中,使误差扩散从而最大程度地保存密度。因此,当扩散的误差发生累积时,即使是初始密度低的地方也被二值化为黑色像素。另外,当低密度像素成为黑色像素时,误差在降低密度的方向上扩散至邻接的像素,由此,初始密度高的像素可能变为白色像素。

[0142] 如上所述,当执行误差扩散处理时,在笔直的直线上出现抖动。这种情况也发生在除直线以外的图像中,并且(人们)能察觉到抖动的出现。作为选择,有时抖动被认为是模糊。更具体地说,当从近处观看图像时(或者图像为低分辨率时),可以观察到抖动,但是当从远处观看图像时(或者图像为高分辨率时),由于人类的视觉频率,有时抖动被认为是模糊。

[0143] 特别地,在由 CG(Computer Graphics, 计算机图形)生成的诸如直线、图案或字符的数据中,直线性高,或者曲线平滑。因此,在对数据进行放大、缩小或者仿射变换的情况下,有时特别难以察觉数据的抖动或模糊。

[0144] <2. 示例性实施例的概要>

[0145] 首先,在下面将描述的每个示例性实施例中,将测定待处理二值图像的黑色像素的数量。“K”表示待处理二值图像的黑色像素的数量。

[0146] 在使用矩阵 A 的仿射变换中,变换之后的四边形的面积为 $\det(A)$ 乘以变换之前的四边形的面积。这里,“ $\det(A)$ ”表示矩阵 A 的行列式。因此,依照公式(21)得到变换之后的二值图像的黑色像素的数量 L(黑色像素的目标数量):

[0147] [公式 21]

$$[0148] \quad L = \det(A)K \quad (21)$$

[0149] 在简单放大或缩小的情况下,行列式 $\det(A)$ 可被计算为放大率(或缩小率)的平方。这里“放大率”表示:输出图像的竖直或水平图像尺寸或者像素数量除以待处理图像的竖直或水平图像尺寸或者像素数量。同样地,“缩小率”的定义与放大率的定义相同。

[0150] 在下面将描述的每个示例性实施例中,将针对每个图像计算满足数量 L 的阈值 TH。

[0151] 为此,将计算变换之后(并且二值化之前)的图像频率分布(灰度值)。

[0152] 例如,这里以 8 比特整数 F 表示灰度值 G。

[0153] 假定灰度值 G 的值从“0”到“1.0”。区间 [0, 1] 可以除以“256”,并且可以映射为从“0”到“255”的值(F)。然而,这里将黑色设定为值“0”,并且将白色设定为值“255”。也就是说,灰度值 $G = 0$ 映射在 $F = 255$ 上,而灰度值 $G = 1$ 映射在 $F = 0$ 上。介于其间的值为线性映射。

[0154] 这样,可以获得表示每个值 F 存在多少像素的数据(F 的频率分布)(参考图 14)。

[0155] 随后,根据该分布获得累积频率分布。通过标绘像素值 F 以下的像素(小于或等于像素值 F 的像素)的数量而得到该累积频率分布(参考图 15)。输出图像的所有像素的数量达到像素值 $F = 255$ 。

[0156] 这里,例如,假定变换之后二值图像的黑色像素的数量 L 为 15000。借助于图 15 中所示的累积频率分布,可以如图 16 所示求出实现数量 L 的阈值。也就是说,将累积频率最接近数量 L 值的像素值 F 设定为阈值。

[0157] 由于阈值 TH 最终必须为可与像素值 G 相比较的值,因此可以将像素值 F 为 160 处计算得到的阈值映射在区间 $[0, 1.0]$ 内的值(作为选择,实际上,灰度像素值 G 本身不能被计算为区间 $[0, 1.0]$ 内的实数值,但是像素值通常被计算为从“0”到“255”的整数。在这种情况下,像素值 G 和像素值 F 变得完全相同,因此,无需进行任何变换)。

[0158] 尽管在上面将 8 比特整数用作像素值 F ,但是该像素值可以由任意比特组成。也可以将像素值认为是固定小数点,而不是整数。

[0159] 尽管将像素的实际数量用作像素的数量 K 或像素的目标数量 L ,但也可以用将像素的实际数量除以像素的全部数量得到的比值来代替像素的实际数量。另外,只要像素的数量 K 和像素的目标数量 L 之间的比值不变,就可以使用任何其它值。在这点上,可以使用该值并仅采用累积频率分布。

[0160] 如上所述确定阈值 TH ,并且利用公式 (18) 执行二值化。

[0161] 这样,在图 9 中所示实例的情况下,虚线可被保持为图 17 中所示。

[0162] 此外,在图 12 中例示的情况下,可以保持直线性。

[0163] <3. 1. 第一示例性实施例>

[0164] 在下文中,将结合附图描述用于实现本发明的各种优选实施例的实例。

[0165] 图 19 示出了与第一示例性实施例的构造实例相关的概念模块构造图。

[0166] 顺便提及,“模块”通常表示逻辑上可分离的软件(计算机程序)、硬件等部件。因此,本示例性实施例中的模块不仅表示计算机程序中的模块,还表示硬件结构中的模块。因此,本示例性实施例还用于描述计算机程序、系统和方法。然而,当示例性实施例为计算机程序时,为方便起见,将使用“存储”、“使存储”或与之等同的措词,并且该措词表示“存储在存储装置中”或“受到控制以将数据存储在存储装置中”。此外,模块可以与功能一一对应,但是在安装中,可以由一个程序构成一个模块,或者可以由多个模块构成一个程序,或者反之,可以由多个程序构成一个模块。此外,可以由一台计算机执行多个模块,或者也可以由处于分散或并行环境中多台计算机执行一个模块。顺便提及,一个模块可以包括另一模块。此外,在下文中,词语“连接”不仅用于物理连接的情况,还用于逻辑连接的情况(数据交换、指令、数据之间的参照关系,等等)。

[0167] 另外,以这种方式构成“系统”或“装置”:多台计算机、硬件元件、装置等等通过网络(包括一一对应的通信连接)或类似通信手段相连,并且还包括由一台计算机、硬件元件、装置等等实现该“系统”或“装置”的情况。词语“系统”和“装置”将用作含义相同的术语。当然,词语“系统”不包括纯粹的社会“机构”(社会系统),这是人为协议。

[0168] 如图 19 所示,本示例性实施例的图像处理装置具有黑色像素数量测定模块 1910、行列式计算模块 1920、黑色像素目标数量计算模块 1930、仿射变换模块 1940、频率分布模块 1950、累积频率分布模块 1960、阈值计算模块 1970 和二值化模块 1980。

[0169] 该图像处理装置接收以下三者:

[0170] (1) 作为待处理对象的二值图像 1901

[0171] (2) 变换量 A 1902

[0172] (3) 移位量 t 1903

[0173] 接收二值图像 1901 包括:例如,使用扫描仪、摄像机等加载图像;使用传真机等通过通信线路从外部装置接收图像;以及读取存储在硬盘(不仅包括设置在计算机中的硬盘,还包括通过网络连接的硬盘等等)中的图像。

[0174] 变换量 A 1902 是表示仿射变换的公式(4)内的 2×2 矩阵。在简单放大或缩小的情况下,不同于矩阵,变换量 A 1902 也可以是标量值的放大率或缩小率。

[0175] 移位量 t 1903 是表示仿射变换的公式(4)内的二维矢量。在不执行移位的情况下,无需存在移位量 t 1903。

[0176] 接收变换量 A 1902 或移位量 t 1903 包括:例如,用户的操作;通过通信线路从外部装置接收值;以及读取存储在硬盘等中的值。

[0177] 黑色像素数量测定模块 1910 接收二值图像 1901 并且与黑色像素目标数量计算模块 1930 相连,从而由黑色像素数量测定模块 1910 对二值图像 1901 的黑色像素数量进行计数,并且作为计数结果黑色像素数量被发送至黑色像素目标数量计算模块 1930。

[0178] 行列式计算模块 1920 接收变换量 A 1902 并且与黑色像素目标数量计算模块 1930 相连,从而对变换量 A 1902 的行列式进行计算,并且计算得到的行列式被发送至黑色像素目标数量计算模块 1930。在简单的放大或缩小的情况下,可以使用诸如放大率的平方等计算。在竖直放大率和水平放大率不同的情况下,还允许使用(竖直放大率) \times (水平放大率)。总之,这些计算包含在行列式的计算中。

[0179] 黑色像素目标数量计算模块 1930 与黑色像素数量测定模块 1910、行列式计算模块 1920 以及阈值计算模块 1970 相连,从而将黑色像素数量测定模块 1910 计算出的黑色像素数量乘以基于行列式计算模块 1920 的行列式计算结果,以计算基于变换量 A 1902 或移位量 t 1903 对二值图像 1901 进行变换的情况(包括仅基于变换量 A 1902 的情况和基于变换量 A 1902 和移位量 t 1903 二者的情况)下的黑色像素数量(作为黑色像素目标数量),并且将作为计算结果的黑色像素目标数量发送至阈值计算模块 1970。

[0180] 仿射变换模块 1940 接收二值图像 1901、变换量 A 1902 和移位量 t 1903,并且仿射变换模块 1940 与频率分布模块 1950 和二值化模块 1980 相连。仿射变换模块 1940 基于变换量 A 1902 或移位量 t 1903(包括仅基于变换量 A 1902 的情况和基于变换量 A 1902 和移位量 t 1903 二者的情况)对二值图像 1901 进行仿射变换。上述方法用于仿射变换。仿射变换之后的图像(灰度值)被发送至频率分布模块 1950 和二值化模块 1980。

[0181] 这里,将以从“0”到“255”的 256 个值的灰度值表示仿射变换之后的像素值。也可以用这种方式计算:将二值图像 1901 中的白色设定为“255”,而将黑色设定为“0”;通过浮动小数点计算(或者固定小数点计算)来执行仿射变换;以及将变换结果取整为整数。当然,也允许通过将黑色设定为“1”并将白色设定为“0”来执行仿射变换,并且将变换结果的从“0”到“1”的值线性映射在从“255”到“0”的值上。

[0182] 频率分布模块 1950 与仿射变换模块 1940 和累积频率分布模块 1960 相连,并且频率分布模块 1950 测定由仿射变换模块 1940 进行仿射变换的图像内的从“0”到“255”的各个像素值的像素数量。此外,频率分布模块 1950 将测定结果发送至累积频率分布模块 1960。

[0183] 累积频率分布模块 1960 与频率分布模块 1950 和阈值计算模块 1970 相连,并且累

积频率分布模块 1960 计算小于等于像素值 F 的像素的数量。顺便提及,像素值 F 是从“0”到“255”的值。

[0184] 累积频率分布模块 1960 的输出为图 20 中所示的累积频率分布表格 2000。图 20 是示出了累积频率分布表格 2000 的数据结构实例的说明图。累积频率分布表格 2000 具有像素值栏 2010 和累积频率分布栏 2020,并且累积频率分布表格 2000 使像素值小于等于各个像素值的像素的数量(累积频率分布)与该像素的像素值相关联。

[0185] 阈值计算模块 1970 与黑色像素目标数量计算模块 1930、累积频率分布模块 1960 和二值化模块 1980 相连,从而基于由累积频率分布模块 1960 计算出的像素数量和由黑色像素目标数量计算模块 1930 计算出的黑色像素目标数量来计算在对经由仿射变换模块 1940 执行仿射变换的图像进行二值化时的阈值 TH。也就是说,计算累积频率分布的值最接近于黑色像素目标数量的像素值作为阈值 TH。作为选择,也可以计算累积频率分布的值大于黑色像素目标数量并且累积频率分布的值最接近于黑色像素目标数量的像素值作为阈值 TH。另外,计算得出的阈值 TH 被发送至二值化模块 1980。

[0186] 二值化模块 1980 与仿射变换模块 1940 和阈值计算模块 1970 相连,从而基于由阈值计算模块 1970 计算出的阈值对经由仿射变换模块 1940 执行仿射变换的图像进行二值化,并且将二值化的图像作为输出二值图像 1999 输出。

[0187] 这里,以 F 表示映射在从“0”到“255”的值上的仿射转换之后的像素值。以 H 表示二值化输出。二值化模块 1980 依照公式 (22) 执行二值化。顺便提及,假定 $H = 0$ 对应于白色,而 $H = 1$ 对应于黑色。

[0188] [公式 22]

[0189] 当 $F < TH$ 时, $H = 1$

[0190] (22)

[0191] 当 $F \geq TH$ 时, $H = 0$

[0192] <3.2. 第二示例性实施例>

[0193] 在前述第一示例性实施例中,在阈值计算模块 1970 中,求出累积频率分布的值最接近于黑色像素目标数量的像素值作为阈值 TH,并且在二值化模块 1980 中,执行公式 (18) 的计算以输出二值图像。在这种情况下,有时会产生下述的现象。

[0194] 图 21 中所示的实例对应于这样的情况:对于在累积频率分布的值小于像素目标数量的像素值之中的累积频率分布的值最接近于像素目标数量的像素值 F1 和在累积频率分布的值大于像素目标数量的像素值之中的累积频率分布的值最接近于像素目标数量的像素值 F2 这两个像素值而言,在累积频率分布的值上显示出极大的差异。在这种情况下,当阈值 TH 设定为像素值 F1 时,阈值 TH 远小于黑色像素目标数量。与之相反,当阈值 TH 设定为像素值 F2 时,阈值 TH 远大于黑色像素目标数量。

[0195] 执行下述的操作以应对这种情况。

[0196] 在阈值计算模块 1970 中,计算累积频率分布的值大于黑色像素目标数量并且累积频率分布的值接近于黑色像素目标数量的像素值作为阈值 TH。在图 21 中所示的实例中, $TH = F2$ 成立。顺便提及,像素值 F1 是小于阈值 TH 的“1”。

[0197] 另外,在二值化模块 1980 中,通过对由阈值计算模块 1970 计算出的阈值和由仿射变换模块 1940 执行仿射变换的图像的像素值进行比较,以使像素二值化,并且在阈值和像

素值相同的情况下,基于由黑色像素目标数量计算模块 1930 计算出的黑色像素目标数量来使该像素值的像素二值化。例如,在阈值和像素值相同的情况下,也可以基于与阈值、像素值相同的像素的数量以及由黑色像素目标数量计算模块 1930 计算出的黑色像素目标数量来使该像素值的像素二值化。另外,在阈值和像素值相同的情况下,也可以用以下方式执行二值化:通过执行误差扩散和距离变换,从外部消除黑色像素块。

[0198] 更具体地说,依照例如公式 (23) 来执行二值化处理:

[0199] [公式 23]

[0200] 当 $F < TH$ 时, $H = 1$

[0201] (23)

[0202] 当 $F > TH$ 时, $H = 0$

[0203] 在 $F = TH$ 的情况下,某些像素值为阈值 TH 的像素被判定为黑色像素,而其余的像素被判定为白色像素。下面将对限于 $F = TH$ 的情况的二值化模块 1980 的处理进行描述。

[0204] 当从黑色像素目标数量中减去在 $F = F1$ 的情况下的累积频率时,就求出了在 $F = TH$ 时必定被判定为黑色像素的像素数量。以 I 表示该像素数量(在像素值为阈值 TH 的像素中,被判定为黑色像素的像素数量)。此外,由于通过累积频率分布模块 1960 计算出了像素数量 J ,因此也求出了像素值为 $F = F2$ 的像素数量 J 。

[0205] 在 $F = TH$ 的情况下,可以对二值化进行控制,从而判断概率为 $1/J$ 的黑色像素和概率为 $(J-1)/J$ 的白色像素。

[0206] 例如,可以随机挑选像素,或者也允许通过有理数 U/V (其中 U 和 V 表示可能的最小自然数)来近似 I/J ,并且重复以下处理:在 U 像素被依次判定为黑色像素后, V 像素被依次判定为白色像素。

[0207] 作为选择,还允许这样:在误差扩散方式中,在 $F = TH$ 的情况下的密度目标值被设定为 I/J ,因此误差仅扩散到 $F = TH$ 的像素。更具体地说,假定初始值 $e = 0$,并且设定适当的阈值 $TH2$ (例如,0.5)。

[0208] 当 $e+I/J > TH2$ 时,判定 $H = 1$,并且将 $new_e = e+I/J-1$ 扩散至邻近的 $F = TH$ 的像素。

[0209] 当 $e+I/J \leq TH2$ 时,判定 $H = 0$,并且将 $new_e = e+I/J$ 扩散至邻近的 $F = TH$ 的像素。

[0210] 这里,“邻近的 $F = TH$ 的像素”可以是在光栅扫描中下一个出现的 $F = TH$ 的像素,或者也可以是还未二值化并且在同行和同列中下一个出现的 $F = TH$ 的像素。作为选择,“邻近的 $F = TH$ 的像素”也可以是在斜左下位置或斜右下位置上下一个出现的 $F = TH$ 的像素。

[0211] 在普通的Floyd & Steinberg法的误差扩散中,误差被扩散至邻近的四个像素。还有这样一种技术,其中误差被扩散到直至下一个出现的第四个 $F = TH$ 的像素。

[0212] 将以下述的技术作为实例进行说明。

[0213] 图 22 是示出了误差扩散的实例的说明图。

[0214] 首先,如图 22 所示,假定“X”是待二值化的相关像素。此外,假定 $F = TH$ 。误差以与 Floyd & Steinberg 法中相同的系数扩散至像素 A、B、C 和 D 中的 $F = TH$ 的像素。在像素 A、B、C 和 D 中不存在 $F = TH$ 的像素的情况下,未能扩散的误差被扩散至在光栅扫描中下一个出现的 $F = TH$ 的像素。作为这些情况下的系数,未能扩散的系数中的较大者被随后使

用。

[0215] 在图 23 中示出了 Floyd & Steinberg 法的扩散系数。顺便提及,有多种其它系数,因此,实例是非限制性的。

[0216] 作为选择,还可以执行二值图像的距离变换。“距离变换”是这样一种变换:将与二值图像的黑色像素块外周的距离设定为各个单独像素的值。在 $F = FH$ 的像素中,距离较小的像素被随后判定为白色像素。利用这种技术,可以从外部消除黑色像素块。

[0217] <3.3. 其它示例性实施例 >

[0218] 在前述示例性实施例中,已经说明了保存整个相关图像的密度的处理。

[0219] 也可以保存相关图像的各个部分的密度。还允许执行以下处理:将相关图像划分成区块;测定各区块的黑色像素数量;以及保存测定出的黑色像素数量。也就是说,还允许另外设置将待处理二值图像 1901 划分成区块的划分模块以及对经由二值化模块 1980 二值化的二值图像进行合成的合成模块,从而生成在二值图像 1901 的仿射变换之后得到的二值图像。在这种情况下,作为黑色像素数量测定模块 1910 和仿射变换模块 1940 的处理对象的二值图像成为被划分模块划分成区块的二值图像。

[0220] 更具体地说,如图 24A 至图 24E 中所示,划分模块将作为相关图像的二值图像 1901(参考图 24A)划分成区块(参考图 24B)。

[0221] 假定区块图像(参考图 24C)为图 19 中的相关二值图像。

[0222] 利用图 19 中所示的结构创建输出二值图像 1999。提供该图像作为输出区块图像(参考图 24D)。

[0223] 为多个区块图像(参考图 24C)生成多个输出区块图像(参考图 24D)。彼此独立地计算用于生成单个输出区块图像的阈值。当然,各区块的阈值在某些情况下为不同的值,而在其它的情况下为相同的值。

[0224] 另外,合成模块对由二值化模块 1980 生成的多个输出区块图像进行组合,从而生成合成后的输出二值图像(参考图 24E)。

[0225] 在前述示例性实施例中,已对相关二值图像的黑色像素数量进行计数,但显然也可以对白色像素数量进行计数。当然,以白色像素目标数量代替黑色像素目标数量。作为选择,也可以通过利用相关二值图像的黑色像素数量或白色像素数量来测定平均密度,从而使用平均密度等。总之,只要是可与黑色像素数量互相转换的值,就可以进行相似的处理。

[0226] 将参考图 25 描述前述任意示例性实施例中的图像处理装置的硬件结构实例。图 25 中所示的结构是由例如个人计算机(PC)构成,并且图中示出的硬件结构实例包括扫描仪等数据读取部分 2517 以及打印机等数据输出部分 2518。

[0227] CPU(中央处理器)2501 是按照计算机程序执行处理的控制部分,该计算机程序描述了前述任意示例性实施例中说明的各种模块的执行顺序,也就是黑色像素数量测定模块 1910、行列式计算模块 1920、黑色像素目标数量计算模块 1930 等模块的执行顺序。

[0228] ROM(只读存储器)2502 中存储 CPU 2501 使用的程序、操作参数等。RAM(随机存取存储器)2503 中存储在 CPU 2501 的运行中使用的程序以及有时在运行中改变的参数等。它们通过由 CPU 总线等构成的主机总线 2504 相互连接。

[0229] 主机总线 2504 通过桥接器 2505 与诸如 PCI(周边元件互连/接口)总线的外部总线 2506 相连。

[0230] 键盘 2508 和诸如鼠标的定点装置 2509 是由操作者操作的输入装置。显示器 2510 包括液晶显示器装置、CRT(阴极射线管)等等,并且显示器 2510 显示多种信息项目,如文本或图像信息。

[0231] HDD(硬盘驱动器)2511 具有内置硬盘,并且其驱动硬盘以记录或再生信息以及由 CPU 2501 运行的程序。接收的图像、像素数量的计数结果、二值化的阈值、输出图像等等存储在硬盘中。此外,还存储有诸如各种数据处理程序等其它多种计算机程序。

[0232] 驱动器 2512 读取记录在诸如磁盘、光盘、磁光盘或半导体存储器等已安装的可移动存储介质 2513 中的数据或程序,并且驱动器 2512 将数据或程序提供至通过接口 2507、外部总线 2506、桥接器 2505 和主机总线 2504 连接的 RAM 2503。可移动存储介质 2513 也可以用作与硬盘相似的数据记录区域。

[0233] 连接端口 2514 与外部连接装置 2515 连接,并且连接端口 2514 具有 USB、IEEE1394 等连接部分。连接端口 2514 通过接口 2507、外部总线 2506、桥接器 2505 和主机总线 2504 与 CPU 2501 等连接。通信部分 2516 与网络连接,并且与外部执行数据通信处理。数据读取部分 2517 例如为扫描仪,并且其执行读取文档的处理。数据输出部分 2518 例如为打印机,并且其执行输出文档数据的处理。

[0234] 顺便提及,图 25 中所示的图像处理装置的硬件结构例示出了一种构造实例,并且本示例性实施例不限于图 25 中所示的结构,而是可以具有能够执行本示例性实施例中所述的模块的结构。例如,某些模块也可以由专用硬件元件(例如,特定用途集成电路:ASIC)构成,还允许采用这种方案:某些模块存在于外部系统中并且通过通信线路连接,另外,图 25 中所示的多个系统也可以通过通信线路互相连接,从而互相协作。此外,图 25 中所示的系统也可以并入复印机、传真机、扫描仪、打印机、复合机(具有扫描仪、打印机、复印机、传真机等中的任意两种或多种功能的图像处理装置),等等。

[0235] 顺便提及,尽管在前述示例性实施例中使用了方程式,但是还应包括等同形式。“等同形式”不仅包括方程式本身,还包括在不影响最终结果、通过算法解法解方程式等的范围内的方程式的变形。

[0236] 此外,前述各种示例性实施例可以组合(该组合包括:例如,将某个示例性实施例中的任意模块应用在另一示例性实施例中,或者替换任意模块),并且,也可以将背景技术中说明的技术用作各个模块的处理内容。

[0237] 顺便提及,可以在程序存储在存储介质中的状态下提供所述程序,或者也可以通过通信装置提供所述程序。如果是那样的话,例如,所述程序可以视为“记录有程序的计算机可读存储介质”的发明。

[0238] “记录有程序的计算机可读存储介质”指的是记录有程序并且用于程序的安装和运行、程序的循环等的计算机可读存储介质。

[0239] 顺便提及,记录介质包括:例如,数字通用光盘(DVD),诸如“DVD-R, DVD-RW 和 DVD-RAM”等由 DVD 论坛规定的规格,以及“DVD+R 和 DVD+RW”等由 DVD+RW 论坛规定的规格;光盘(CD),诸如只读存储器(CD-ROM)、可记录 CD(CD-R)和可重写 CD(CD-RW);“蓝光光盘(注册商标)”;磁光盘(MO);软盘(FD);磁带;硬盘;只读存储器(ROM);电可擦除可编程只读存储器(EEPROM);闪存;随机存取存储器(RAM),等等。

[0240] 另外,多个程序或至少一个程序也可以记录在用于保存、循环等等的记录介质中。

此外,也可以通过通信使用诸如用于例如局域网 (LAN)、城域网 (MAN)、广域网 (WAN)、因特网、内联网或外联网等的有线网络、无线电通信网络或二者组合等的传送介质来传送多个程序或至少一个程序,并且也可以通过载波传送该多个程序或至少一个程序。

[0241] 另外,任意程序也可以是其它程序的一部分,或者也可以与单独的程序一同记录在记录介质中。此外,任意程序也可以用分开的方式记录在多个记录介质中。此外,只要程序是可恢复的,也可以将程序存储为诸如压缩状态或加密状态的任意状态。

[0242] 为了解释和说明目的提供了本发明的示例性实施例的前述说明。其本意并不是穷举或将本发明限制在所公开的确切形式。显然,本领域的技术人员可以进行多种修改和变型。选择和说明该示例性实施例是为了更好地解释本发明的原理及其实际应用,因此使得本技术领域的其他技术人员能够理解本发明所适用的各种实施例并预见到适合于特定应用的各种修改。本发明的范围由所附权利要求书及其等同内容限定。

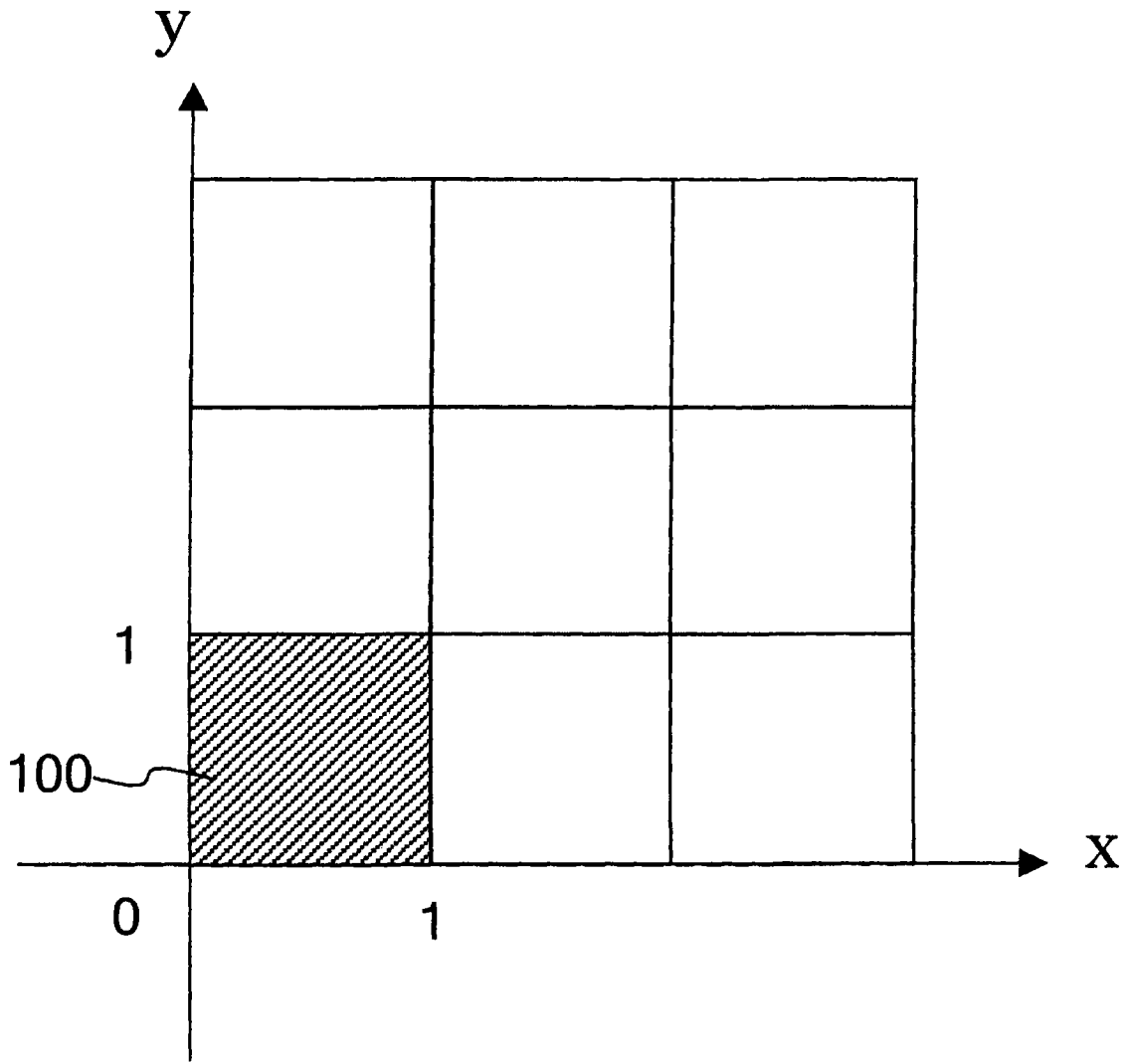


图 1

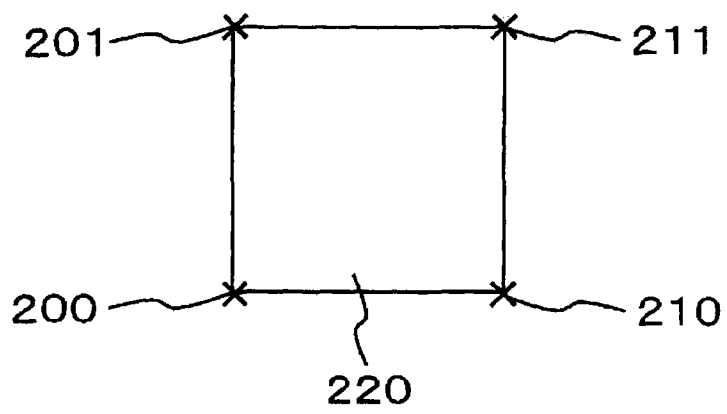


图 2

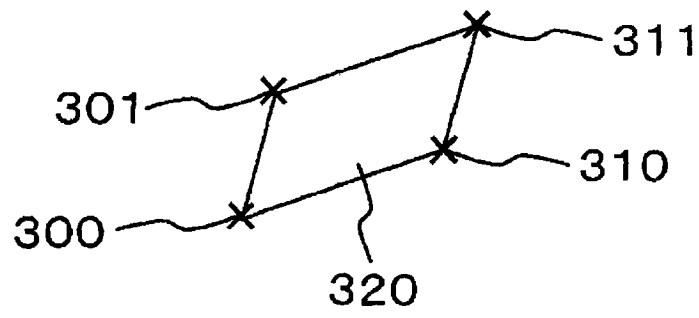


图 3

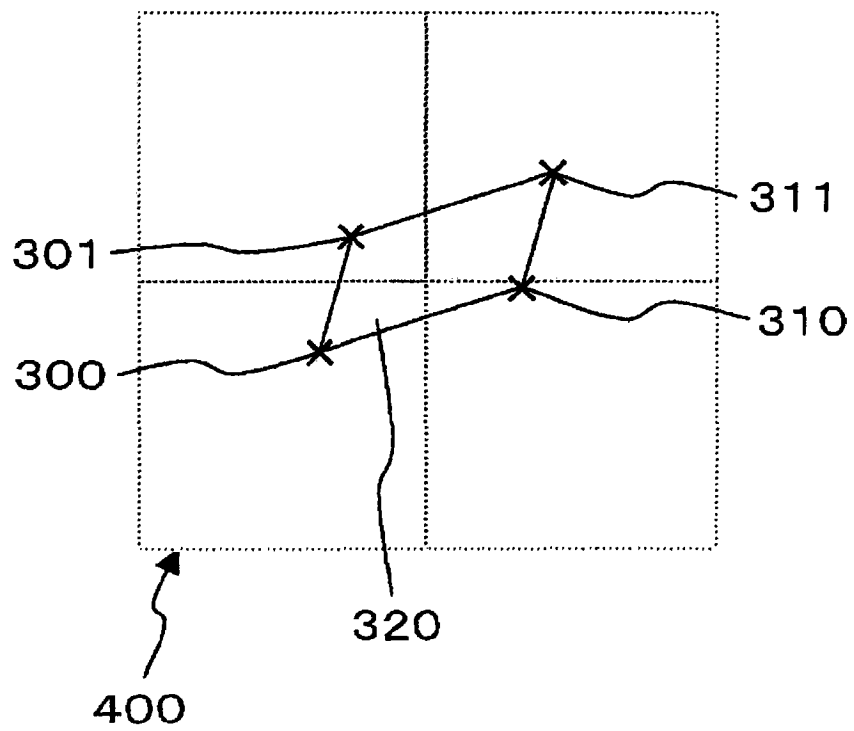


图 4

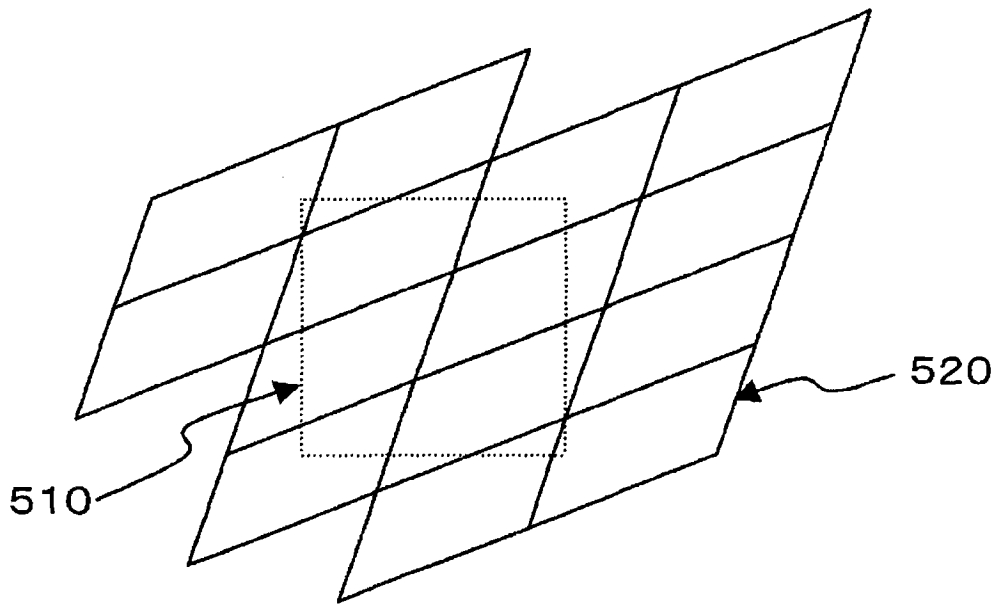


图 5

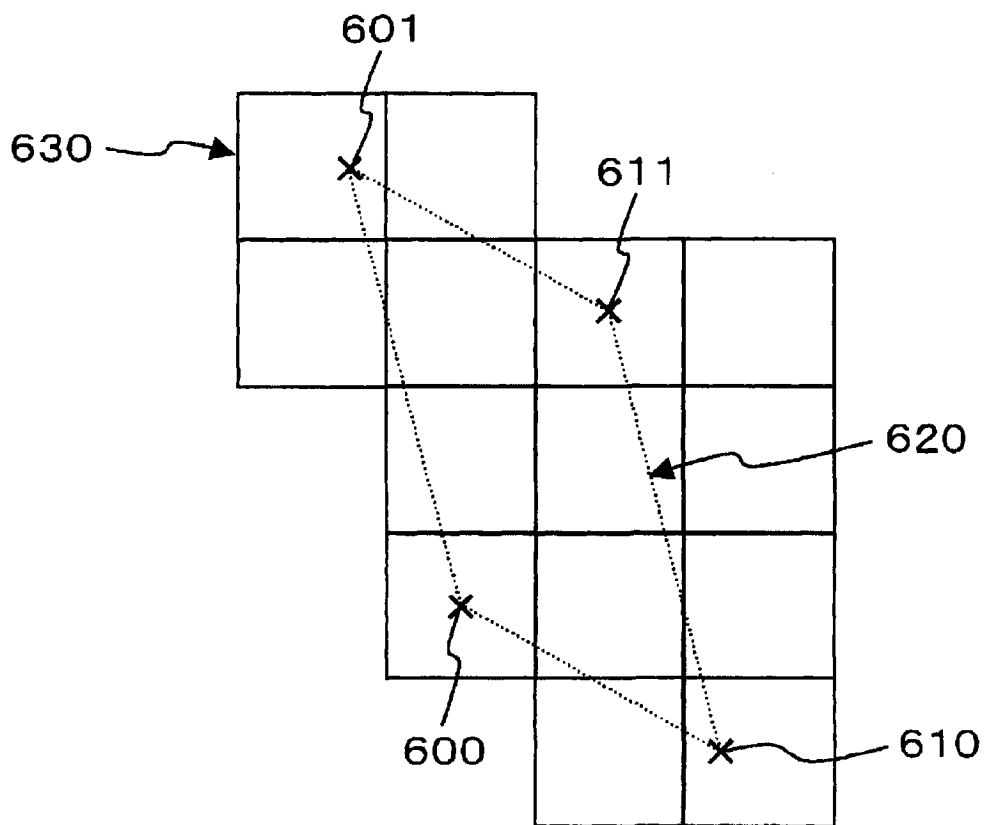


图 6

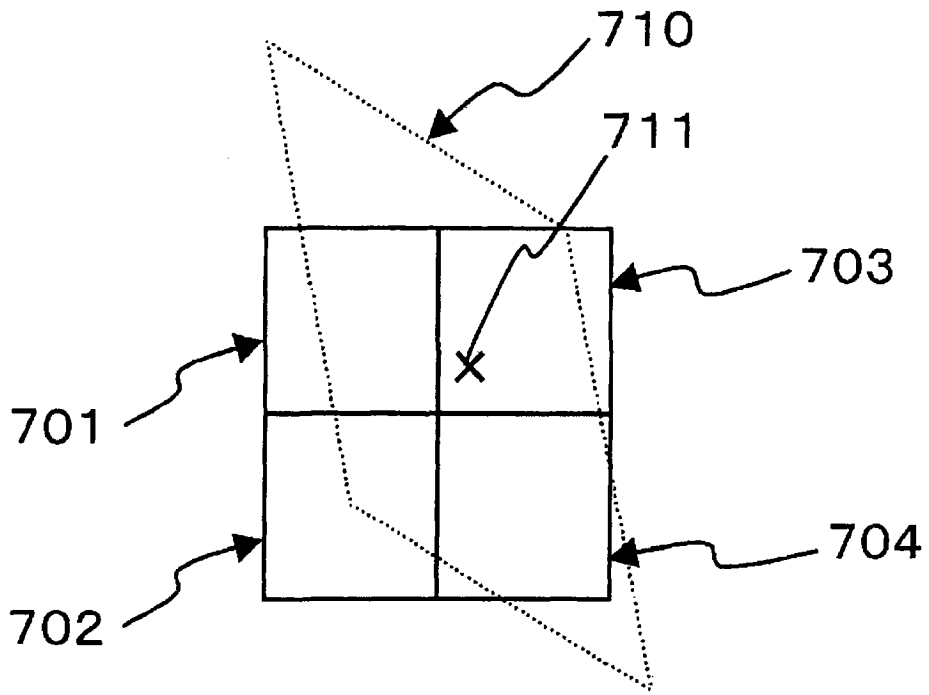


图 7

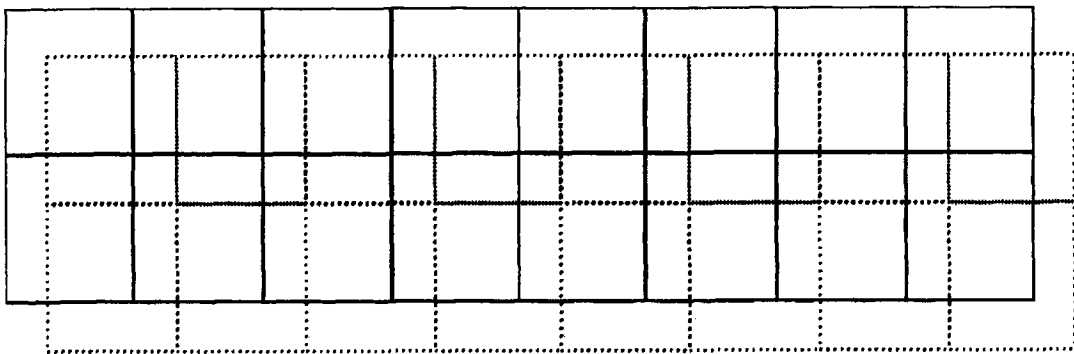


图 8

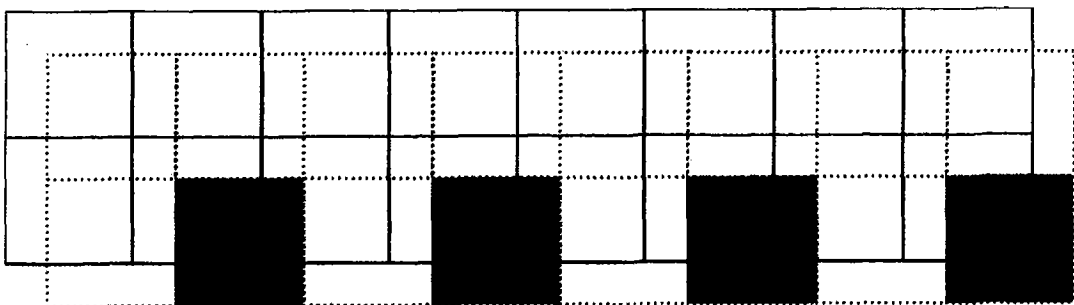


图 9

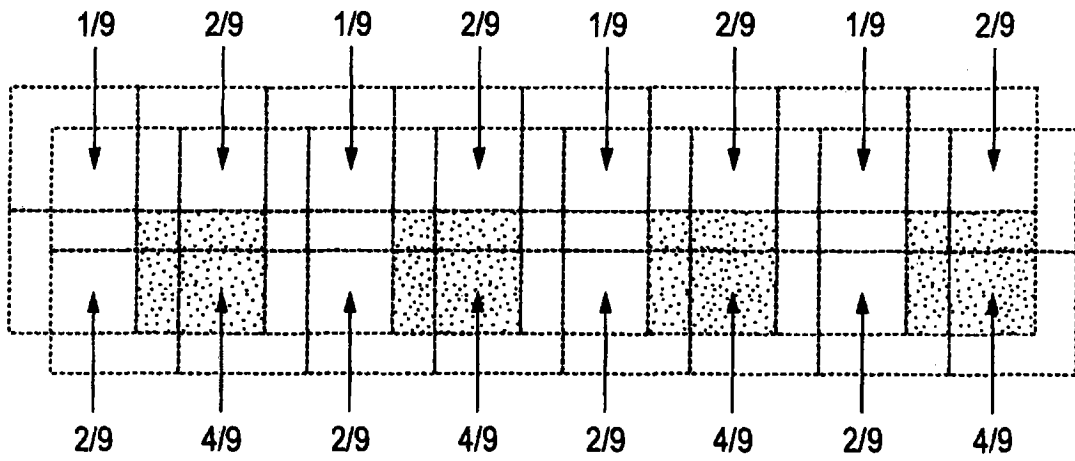


图 10

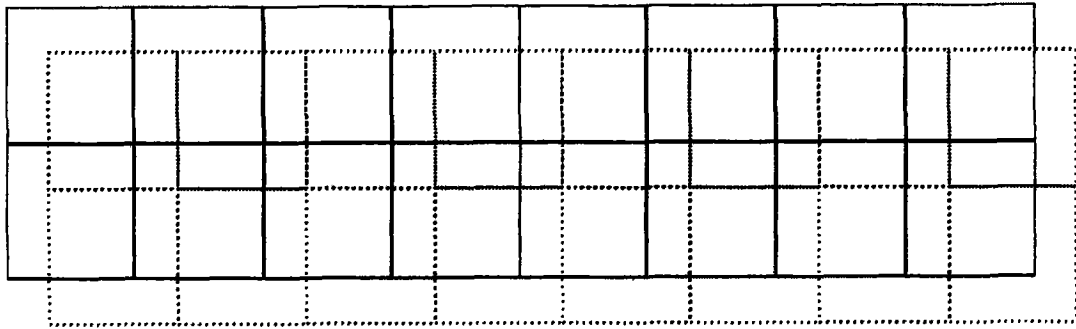


图 11

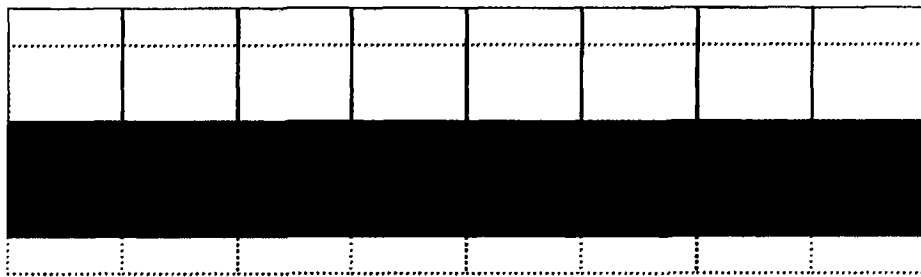


图 12

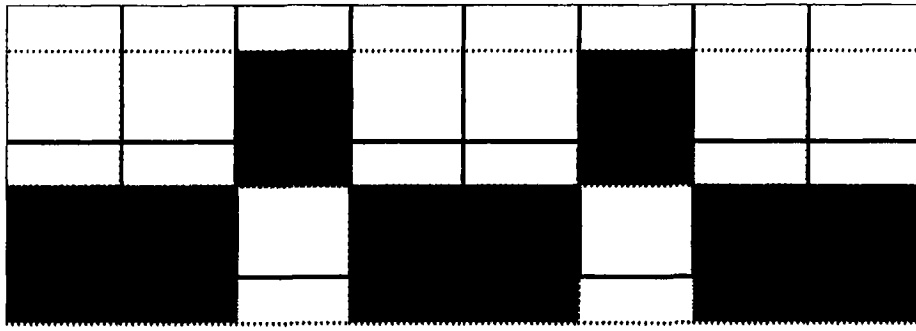


图 13

频率分布

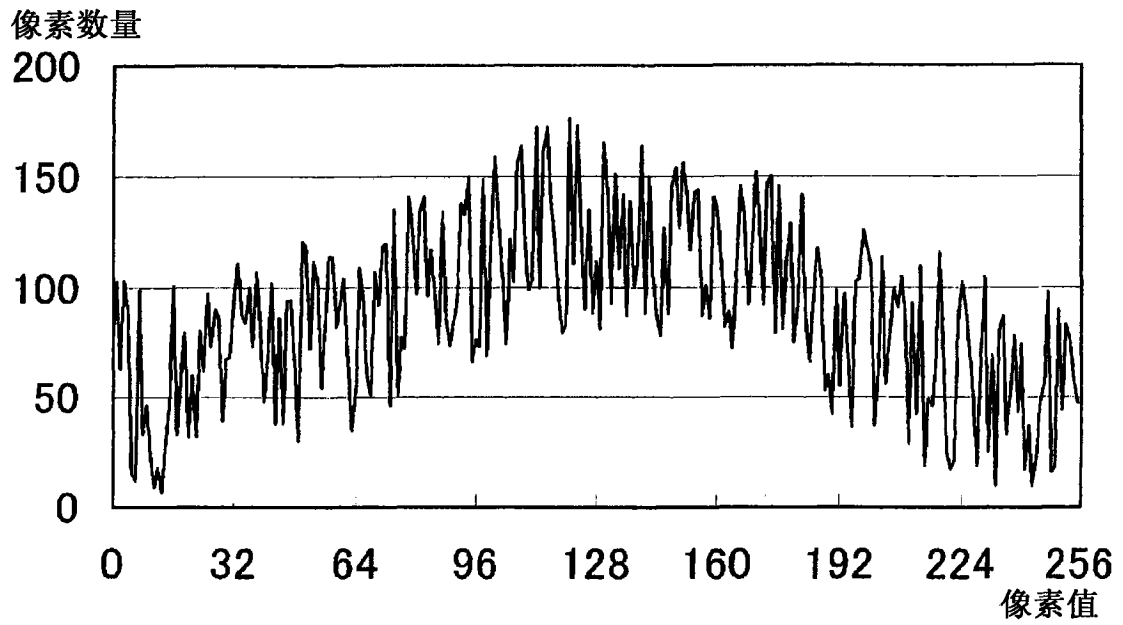


图 14

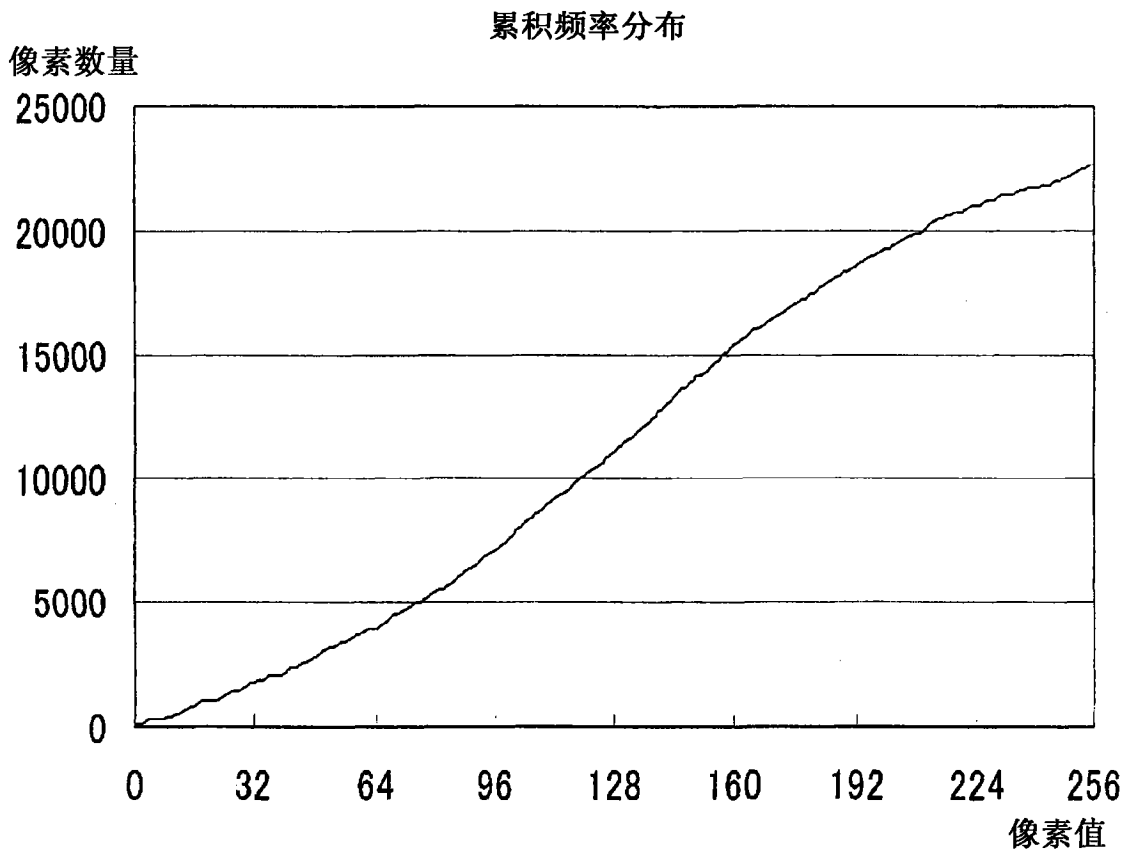


图 15

累积频率分布

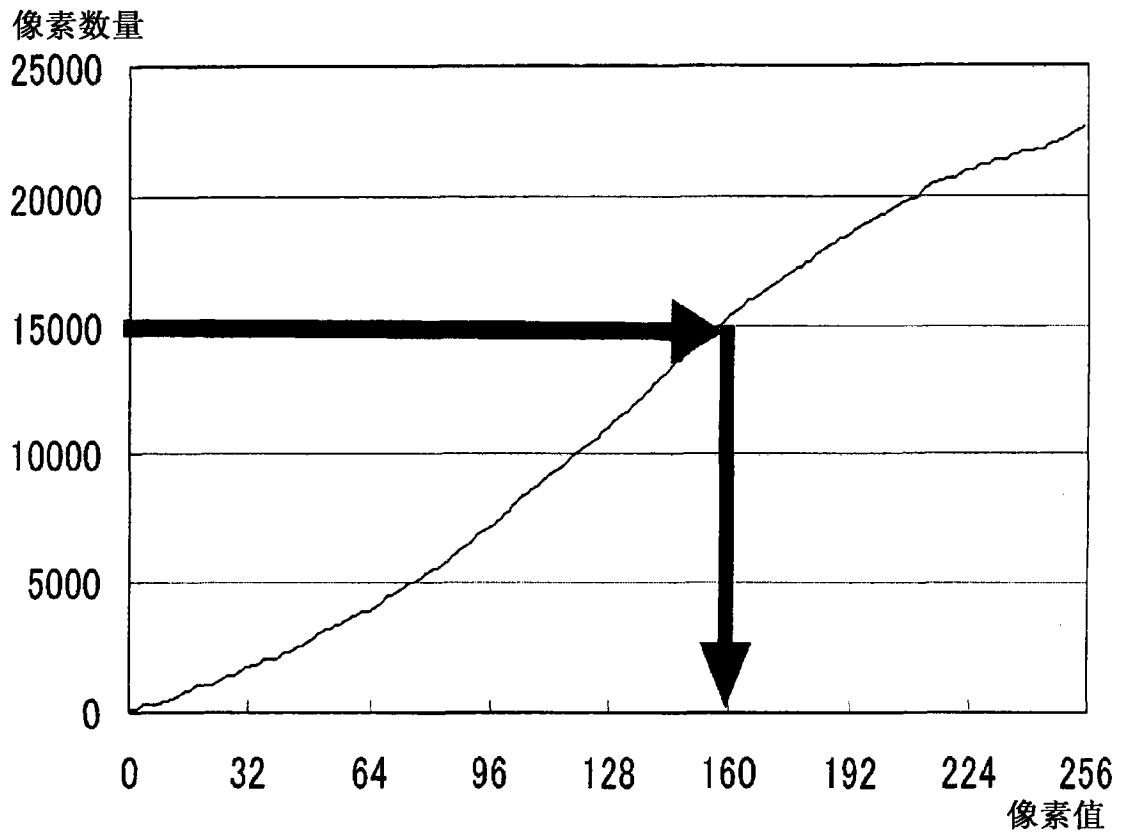


图 16

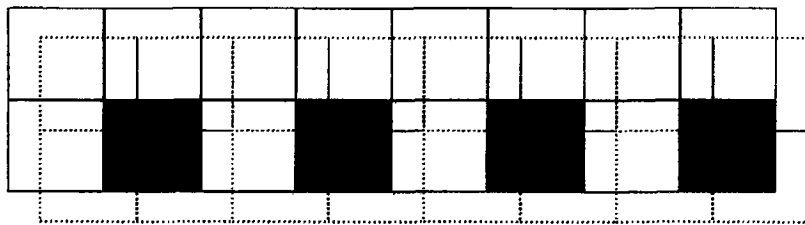


图 17

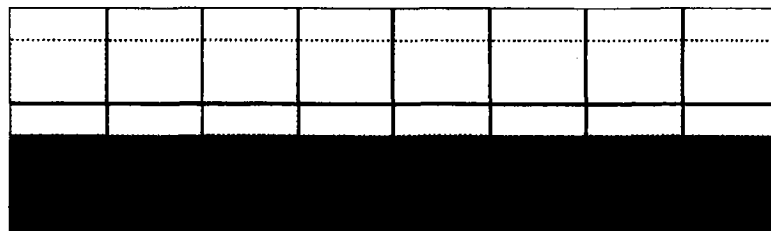


图 18

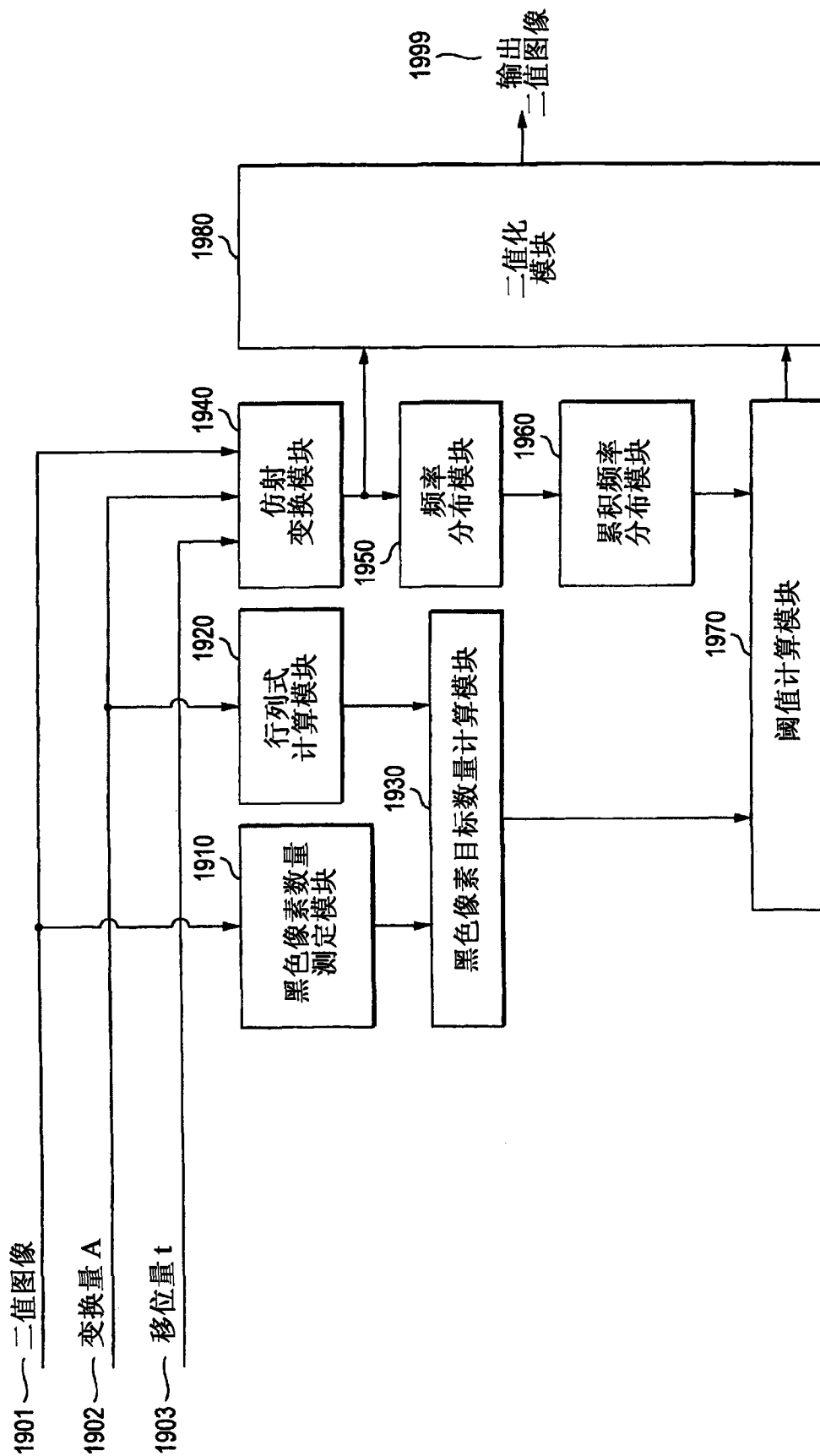


图 19

像素值	CFD(※1)
0	
1	
2	
...	...
255	

2010

2020

2000

※1: 累积频率分布

图 20

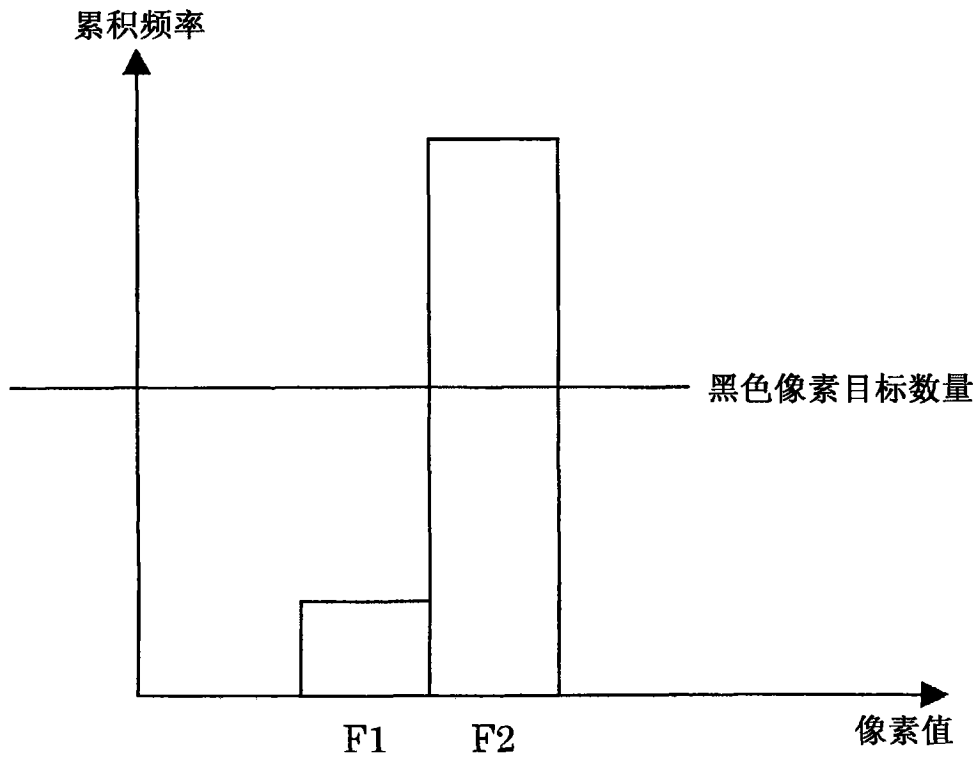


图 21

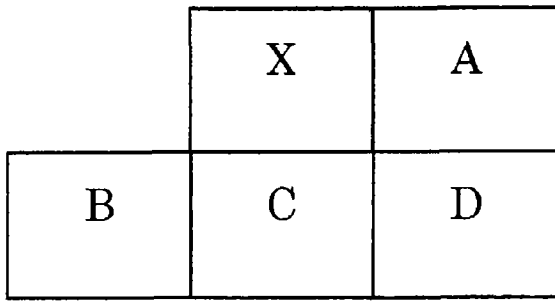


图 22

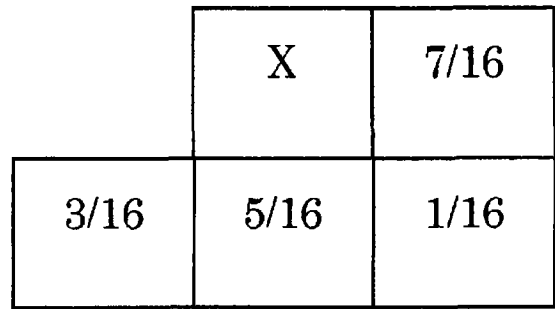


图 23

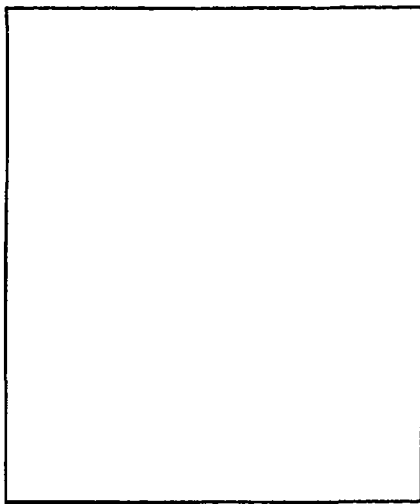


图 24A

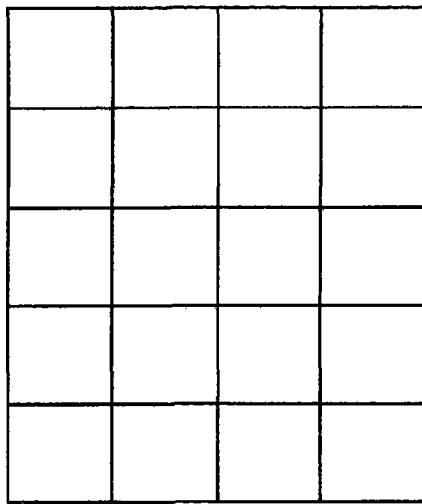


图 24B

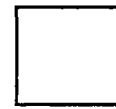


图 24C

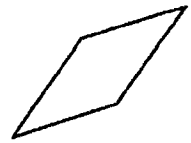


图 24D

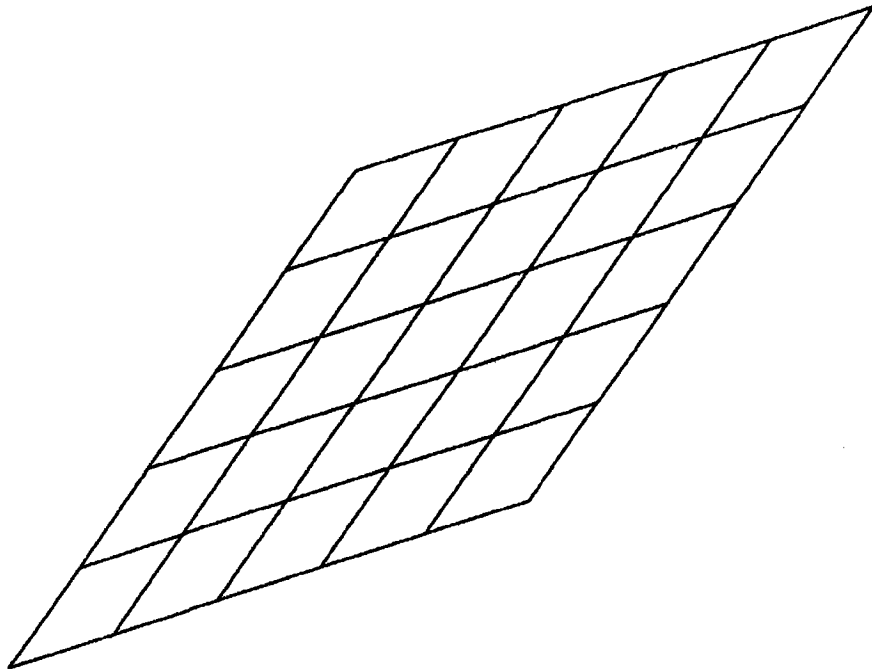


图 24E

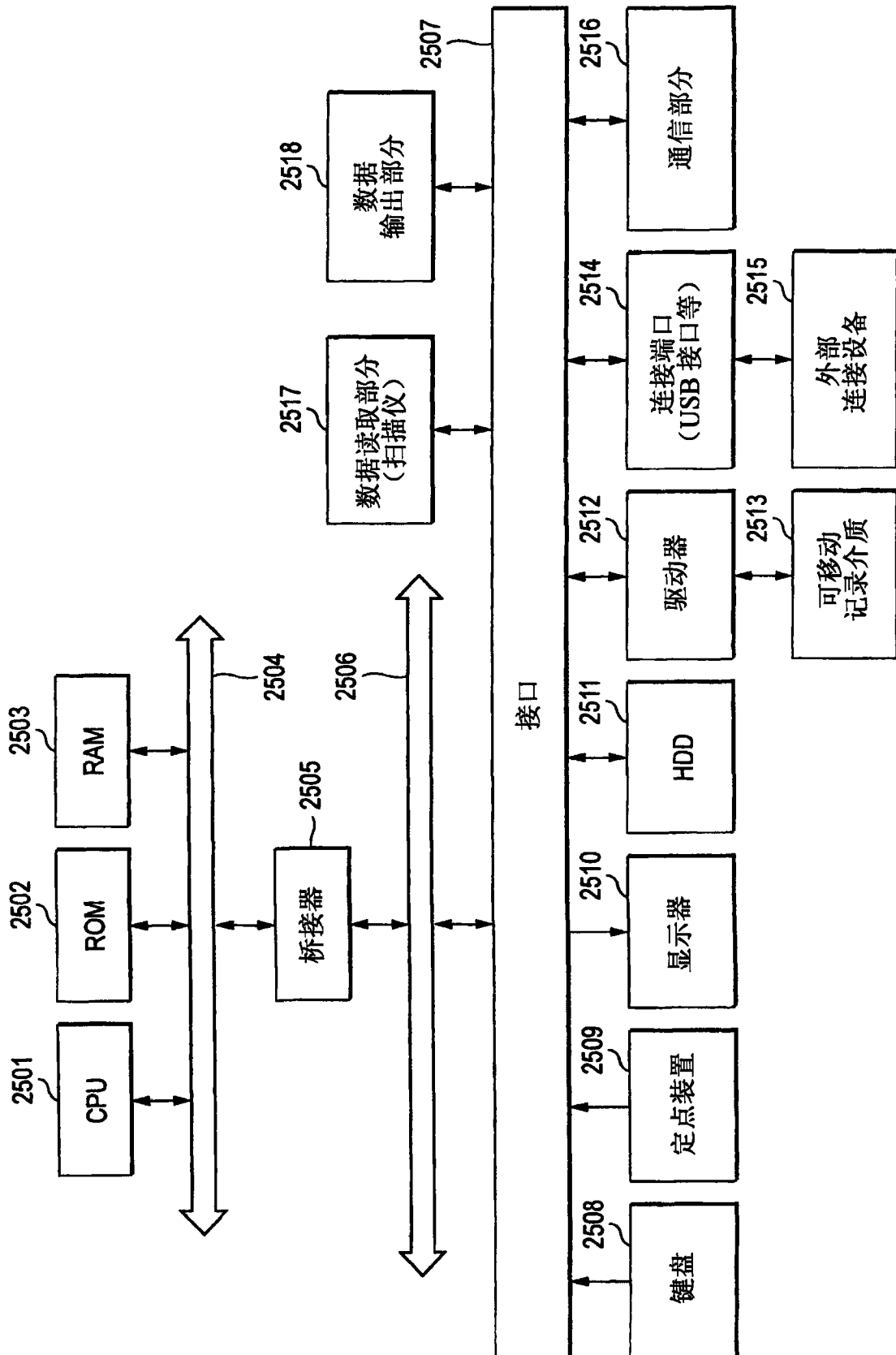


图 25