

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101616233 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

(21) 申请号 200910142247. 6

(22) 申请日 2009. 06. 26

(30) 优先权数据

2008-169334 2008. 06. 27 JP

2009-122218 2009. 05. 20 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3-30-2

(72) 发明人 林淳一

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

(51) Int. Cl.

H04N 1/32(2006. 01)

审查员 陈荣华

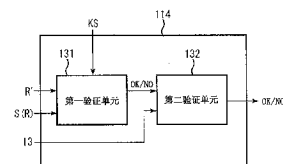
权利要求书 1 页 说明书 23 页 附图 20 页

(54) 发明名称

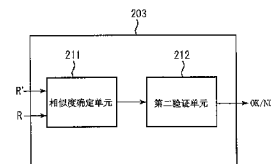
信息处理装置及信息处理方法

(57) 摘要

本发明提供一种信息处理装置及信息处理方法。所述信息处理装置输入包括第一像素组、通过对所述第一像素组进行插值而生成的第二像素组以及所述第一像素组的验证数据的图像数据，使用所述第一像素组和所述验证数据来验证所述第一像素组是否经过修改，通过确定所述第二像素组与所述第一像素组是否具有预定关系来验证所述第二像素组是否经过修改，并且基于关于所述第一像素组是否经过修改的验证和所述第二像素组是否经过修改的验证的结果来确定所述图像数据是否经过修改。



A



B

1. 一种信息处理装置 (13), 所述信息处理装置包括:

输入单元 (111, 201), 其被构造成输入包括由图像传感器作为 RAW 图像捕获的第一像素组 (G2, G4, G6, G8)、通过对所述第一像素组进行插值而生成的第二像素组 (G5) 以及所述第一像素组的验证数据的图像数据;

第一验证单元 (131), 其被构造成使用所述第一像素组和所述验证数据来验证所述第一像素组是否经过修改;

第二验证单元 (132), 其被构造成通过确定所述第二像素组中包括的各个像素的值与所述第二像素组周围的所述第一像素组中包括的一部分像素的值是否具有预定关系, 来验证所述第二像素组是否经过修改; 以及

确定单元 (114), 其被构造成基于所述第一验证单元 (131) 和所述第二验证单元 (132) 的验证结果来确定所述图像数据是否经过修改。

2. 根据权利要求 1 所述的信息处理装置 (13), 其中

其中所述信息处理装置 (13) 还包括识别单元, 其被构造成使用在图像捕获期间使用的像素排列信息来识别所述第一像素组的位置, 并且

其中所述第一验证单元 (131) 被构造成确定所述识别单元识别的像素组是否经过修改, 其中所述像素排列信息包括在所输入的图像数据的头中。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的信息处理装置 (13), 其中所述第二验证单元被构造成如果所述第一验证单元 (131) 确定所述第一像素组没有经过修改, 则确定所述第二像素组是否经过修改。

4. 一种信息处理方法, 所述信息处理方法包括:

输入包括由图像传感器作为 RAW 图像捕获的第一像素组 (G2, G4, G6, G8)、通过对所述第一像素组进行插值而生成的第二像素组 (G5) 以及所述第一像素组的验证数据的图像数据 (I3);

使用所述第一像素组和所述验证数据来验证所述第一像素组是否经过修改 (S165);

通过确定所述第二像素组中包括的各个像素的值与所述第二像素组周围的所述第一像素组中包括的一部分像素的值是否具有预定关系 (S155, S158), 来验证所述第二像素组是否经过修改 (S167); 以及

基于所述第一像素组和所述第二像素组的验证结果来确定所述图像数据是否经过修改。

5. 根据权利要求 4 所述的信息处理方法, 其中所述验证所述第一像素组是否经过修改的步骤 (S165) 包括执行仅包括捕获的像素的捕获的图像的数据与仅包括插值目标像素的要进行插值的图像的数据之间的相似度计算 (S171)。

6. 根据权利要求 4 所述的信息处理方法, 其中从所述第一像素组输入到的输入单元接收所述验证数据, 并且所述验证数据包括从至少包括消息鉴别代码或数字签名的组中选择的数据。

## 信息处理装置及信息处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于保证数字数据的真实性 (authenticity) 的方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,代替传统的卤化银胶片照相机或 8mm 胶片照相机,广泛使用被配置为将捕获的信息数字化并且将捕获的信息作为数字数据记录在记录介质上的图像(视频)输入装置(诸如数字照相机)。通过使用这种数字图像输入装置,用户能够将捕获的信息本身发送给诸如个人计算机(PC)的信息处理装置,并且在信息处理装置上显示所捕获的信息。另外,用户能够通过经由通信线路发送图像数据,即刻将图像数据发送到世界的任何地方。

[0003] 在这种情况下,保险公司可以利用数字数据来捕获事故的证据的图像。另外,建筑公司可以利用数字数据来记录建筑工地的进度。

[0004] 然而,通过使用商用照片修饰工具,可以轻松地对数字图像数据进行修改。因此,数字数据的真实性低于卤化银照片的真实性。因此,将数字数据作为证据的可取性非常低。

[0005] 为了解决上述问题,美国专利第 5,499,294 号论述了一种将秘密信息预先保存在数字照相机中的方法。在这种方法中,当数字照相机捕获图像数据时,使用该秘密信息在数字照相机内对捕获的图像数据提供数字签名。通过在拍摄之后使用生成的签名信息执行验证处理,能够保证捕获的图像数据的真实性。

[0006] 另一方面,诸如数字照相机的传统图像(视频)输入装置包括一种操作模式,其直接(不执行图像处理)输出通过对使用诸如互补金属氧化物半导体(CMOS)或电荷耦合设备(CCD)的成像设备对被摄体的光学图像进行光电转换所获得的图像的电信号进行模拟数字(A/D)转换而转换为数字数据的图像数据。下文中,将转换为数字数据的图像数据称为“RAW(原始)图像数据”。

[0007] 上述图像传感器基本上仅能够检测光的强度。因此,上述传统的图像输入装置使用设置在图像传感器的前表面上的颜色过滤器来获取颜色信息。因此,RAW 图像数据的图像格式仅包括针对一个像素由颜色过滤器的类型确定的一个颜色分量。

[0008] 通常,如果从数字照相机输出这种 RAW 图像数据,则将该 RAW 图像数据发送给个人计算机(PC)。在这种情况下,使用安装在 PC 中的应用软件针对其它颜色分量执行像素插值处理。

[0009] 然而,在美国专利第 5,499,294 号中论述的方法没有论述上述 RAW 图像数据的像素插值处理。因此,如果在数字照相机内对 RAW 图像数据(捕获的像素)提供了数字签名,则无法验证在像素插值处理期间根据所捕获的像素新生成的插值目标像素的真实性。因此,如果对任何插值目标像素进行了修改,则无法检测到该修改。

[0010] 在这点上,如果像素插值处理针对每个像素提供三个颜色分量,则进行像素插值之后的图像数据所包含的像素中的三分之一是捕获的像素。其它像素(构成图像数据的像素中的三分之二)是插值被摄体像素。在这种情况下,当捕获的像素已具有数字签名时,如果对插值目标像素进行修改而不对捕获的像素进行修改,则可能将具有签名的进行过修改

的像素验证为真实的。

[0011] 发明内容

[0012] 本发明旨在提供一种能够确实保证 RAW 图像数据经过插值处理的图像数据的真实性的方法。

[0013] 根据本发明的一方面,提供了一种信息处理装置,所述信息处理装置包括:输入单元,其被构造成输入包括由图像传感器作为 RAW 图像捕获的第一像素组、通过对所述第一像素组进行插值而生成的第二像素组以及所述第一像素组的验证数据的图像数据;第一验证单元,其被构造成使用所述第一像素组和所述验证数据来验证所述第一像素组是否经过修改;第二验证单元,其被构造成通过确定所述第二像素组中包括的各个像素的值与所述第二像素组周围的所述第一像素组中包括的一部分像素的值是否具有预定关系,来验证所述第二像素组是否经过修改;以及确定单元,其被构造成基于所述第一验证单元和所述第二验证单元的验证结果来确定所述图像数据是否经过修改。

[0014] 通过下面参照附图对示例性实施例的详细描述,本发明的其它特征和方面将变得清楚。

[0015] 附图说明

[0016] 包含在说明书中并构成说明书的一部分的附图例示了本发明的示例性实施例、特征和方面,并与说明书一起用来说明本发明的原理。

[0017] 图 1A 和图 1B 例示了根据本发明第一示例性实施例的系统的总体配置的示例和主计算机的示例性配置。

[0018] 图 2A 和图 2B 例示了根据本发明第一示例性实施例的图像输入装置的示例性配置。

[0019] 图 3A 和图 3B 是例示根据本发明第二示例性实施例的图像输入装置的示例性配置的框图。

[0020] 图 4A 和图 4B 例示了根据本发明示例性实施例的像素对的示例和用于计算顺序信息的示例性方法。

[0021] 图 5A 和图 5B 例示了根据本发明第三示例性实施例的要解决的问题。

[0022] 图 6A 和图 6B 是各自例示根据本发明第一示例性实施例的顺序信息计算单元的框图。

[0023] 图 7 例示了根据本发明第一示例性实施例的图像再现装置的示例性配置。

[0024] 图 8A 和图 8B 各自例示了根据本发明示例性实施例的示例性图像校正处理。

[0025] 图 9A 至图 9H 各自例示了根据本发明示例性实施例的图像格式和像素排列信息的示例。

[0026] 图 10A 和图 10B 各自例示了根据本发明示例性实施例的示例性像素插值处理和捕获像素提取处理。

[0027] 图 11A 至图 11C 是各自例示根据本发明示例性实施例的图像验证装置的框图。

[0028] 图 12A 和图 12B 是各自例示根据本发明第三示例性实施例的矩形块对选择处理的示例性流程的流程图。

[0029] 图 13A 和图 13B 是例示根据本发明示例性实施例的验证单元的示例性配置的框图。

[0030] 图 14 是例示根据本发明第一示例性实施例的图像捕获处理的示例性流程的流程图。

[0031] 图 15 是例示根据本发明第一示例性实施例的第二验证处理的示例性流程的流程图。

[0032] 图 16 是例示根据本发明第一示例性实施例的图像验证处理的示例性流程的流程图。

[0033] 图 17 是例示根据本发明第一示例性实施例的验证处理的示例性流程的流程图。

[0034] 图 18A 和图 18B 各自例示了根据本发明第一示例性实施例的变型例的图像输入装置的示例性配置。

[0035] 图 19A 和图 19B 各自例示了根据本发明第一示例性实施例的变型例的图像验证装置的示例性配置。

### 具体实施方式

[0036] 下面将参照附图对本发明的各种示例性实施例、特征和方面进行详细的描述。应当注意,在这些实施例中描述的部件的相对布置、数字表达以及数值不旨在限制本发明的范围。

[0037] 图 1A 例示了根据本发明第一示例性实施例的系统的总体配置的示例。根据本示例性实施例的系统包括图像输入装置 11、图像再现装置 12 以及图像验证装置 13。

[0038] 图像输入装置 11 生成图像数据并输出所生成的图像数据。在本示例性实施例中,图像输入装置 11 生成验证数据和图像数据,并将验证数据和图像数据一起输出。此处,验证数据是用于验证是否对图像数据进行过修改的数据。

[0039] 此外,在本示例性实施例中,图像输入装置 11 输出通过对捕获的图像的电信号进行 AD 转换而获取的图像数据 (RAW 图像数据),该捕获的图像是通过使用包含在图像输入装置 11 中的诸如 CMOS 或 CCD 的图像传感器对被摄体的光学图像进行光电转换而获取的。在输出 RAW 图像数据时,图像输入装置 11 不对 RAW 图像数据执行任何图像处理。下面将详细描述“RAW 图像数据”。

[0040] 图像再现装置 12 对由图像输入装置 11 输入的 RAW 图像数据执行各种图像处理。此外,图像再现装置 12 输出经过图像处理的图像数据。

[0041] 下文中,将上述图像处理统称为“图像再现处理”。图像再现处理包括各种图像处理,例如图像插值处理、伽玛校正处理、对比度校正处理或白平衡校正处理。

[0042] 图像验证装置 13 验证图像再现装置 12 输入的图像数据是否进行过修改。另外,图像验证装置 13 输出验证结果。

[0043] 图像输入装置 11、图像再现装置 12 以及图像验证装置 13 可以经由诸如互联网的网络相互通信,以相互交换各种数据。

[0044] 作为另选方案,可以将各种数据记录(存储)在诸如可移动介质的存储介质上,从而可以使用存储介质来交换数据。

[0045] 图 2A 例示了能够在本示例性实施例中应用的图像输入装置的基本配置的示例。

[0046] 参照图 2A,根据本示例性实施例的图像输入装置 21 包括经由总线 210 相互通信的只读存储器 (ROM) 22、存储器 23、工作存储器 24、中央处理单元 (CPU) 25、操作单元 26、光学

系统 27、驱动单元 28 以及接口 (I/F) 29。图像输入装置 21 对应于图 1A 所示的图像输入装置 11。

[0047] 例如,图像输入装置 21 是一般的普通数字照相机。当用户通过对操作单元 26 进行操作而发出了拍摄图像的指令时,图像输入装置 21 可以将光学系统 27 生成的数字图像数据存储在存储器 23 上。

[0048] ROM 22 预先存储生成验证数据所需的操作程序和公用信息。存储器 23 存储处理后的图像数据。工作存储器 24 临时存储图像数据。在工作存储器 24 上执行图像数据的压缩和各种计算处理。

[0049] 当用户发出拍摄指令时,CPU 25 根据预先存储在 ROM 22 上的程序执行诸如图像数据的压缩和验证数据的生成的各种操作。操作单元 26 是用于接收诸如由摄影师(用户)发出的拍摄指令和设置各种参数的指令的各种指令的用户接口。

[0050] 光学系统 27 包括诸如 CCD 或 CMOS 的光学传感器。当用户发出拍摄指令时,光学系统 27 执行拍摄被摄体的处理、对电信号的处理以及对数字信号的处理。驱动单元 28 在 CPU 25 的控制下执行拍摄所需的机械操作。

[0051] I/F 29 是与诸如存储卡、移动终端或通信装置的外部装置的接口。I/F 29 用于向外部装置发送图像数据和验证数据。

[0052] 图 1B 例示了用作图像再现装置 12 或图像验证装置 13 的主计算机的基本配置的示例。图 1B 还例示了主计算机与外部装置之间的关系。

[0053] 参照图 1B,主计算机 41 是通用 PC。主计算机 41 能够将图像数据存储在硬盘(HD)驱动器 46、光盘只读存储器(CD-ROM)驱动器 47、软盘(FD)驱动器 48 或数字通用盘只读存储器(DVD-ROM)驱动器 49 上。另外,主计算机 41 能够在监视器 42 上显示所存储的图像数据。此外,主计算机 41 能够通过使用网络接口卡(NIC)410 经由互联网发送图像数据。用户能够通过操作指示设备 412 和键盘 413 来输入各种指令。

[0054] 在主计算机 41 内,以下块经由总线 415 互相通信。由此,能够在主计算机 41 内部发送和接收各种数据。

[0055] 监视器 42 能够显示来自主计算机 41 的各种信息。CPU 43 控制主计算机 41 的部件的操作。另外,CPU 43 能够将程序加载在 RAM 45 上并执行。ROM 44 存储基本输入输出系统(BIOS,basic input output system)和引导程序。

[0056] RAM 45 临时存储 CPU 43 用来执行处理的程序和图像数据。将 CPU 43 用来执行各种处理的操作系统(OS)和程序加载在 RAM 45 上。下面将详细描述各种处理。

[0057] HD 驱动器 46 存储要传送给 RAM 45 的 OS 和程序。此外,HD 驱动器 46 在主计算机 41 执行操作期间存储图像数据。另外,能够从 HD 驱动器 46 读取图像数据。

[0058] CD-ROM 驱动器 47 用于读取和写入存储在作为外部存储介质的光盘只读存储器(CD-ROM)(可记录 CD(CD-R)和可重写 CD(CD-RW))上的数据。与 CD-ROM 驱动器 47 相同,FD 驱动器 48 用于从 FD 读取数据和将数据写入 FD 上。

[0059] 与 CD-ROM 驱动器 47 相同,DVD-ROM 驱动器 49 可以用于从 DVD-ROM 或 DVD-RAM 读取数据和将数据写入 DVD-ROM 或 DVD-RAM 上。如果图像处理程序存储在 CD-ROM、FD 或 DVD-ROM 上,则在使用时将程序安装在 HD 46 上,然后传送给 RAM 45。

[0060] I/F 411 是用于连接 NIC 410 和主计算机 41 的、连接到诸如互联网的网络的接

口。能够经由 I/F 411 将存储在 RAM 45、HD 驱动器 46、CD-ROM 驱动器 47、FD 驱动器 48 或 DVD-ROM 驱动器 49 上的图像数据发送给网络。此外，主计算机 41 能够经由 I/F 411 向互联网发送数据并从互联网接收数据。

[0061] I/F 414 是用于将指示设备 412 和键盘 413 连接到主计算机 41 的接口。能够经由 I/F 414 将经由指示设备 412 或键盘 413 输入的各种指令输入给 CPU 43。

[0062] 现在，将参照图 2B 详细描述根据本示例性实施例的图像输入装置 11 的功能配置。在本示例性实施例中，假设图像输入装置 21 的电源已经接通，并且已经将 OS 加载在工作存储器 24 上。

[0063] 然而，本发明不局限于此。也就是说，还可以使用主计算机 41 来执行以下图像输入装置 11 的功能。在这种情况下，可以由相应的程序和执行程序的 CPU 43 来实现各处理单元。作为另选方案，可以用外围硬件来实现各处理单元。

[0064] 参照图 2B，根据本示例性实施例的图像输入装置 11 包括图像生成单元 51、顺序信息计算单元 52、验证数据生成单元 53 以及图像输出单元 54。在本示例性实施例中，可以用软件来实现图像输入处理。在这种情况下，认为上述单元和部件是对执行上述处理所需的的功能的概念性描述。

[0065] 图像生成单元 51 包括由光学系统 27 实现的诸如 CMOS 或 CCD 的光学传感器。此外，图像生成单元 51 包括控制光学系统 27 的微处理器。图像生成单元 51 获取由光学系统 27 和光学传感器生成的视频信号作为图像信息。此外，图像生成单元 51 基于所获取的图像信息生成图像数据 I。

[0066] 现在，将详细描述根据本示例性实施例的图像数据 I。图 9A 例示了根据本示例性实施例的图像数据的示例性结构。

[0067] 参照图 9A，根据本示例性实施例的图像数据构成拜尔 (Bayer) 排列。在奇数行中，排列有红色 (R) 分量和绿色 (G) 分量的数据。在偶数行中，排列有绿色 (G) 分量和蓝色 (B) 分量的数据。“拜尔排列”指由上述诸如 CMOS 或 CCD 的光学传感器检测到的颜色信息的排列。

[0068] 构成光学传感器的各像素基本上仅能够检测光的强度。因此，在通常情况下，在光学传感器的前表面上设置颜色过滤器以获取颜色信息。用于排列颜色过滤器的颜色信息的方法中的一种类型的方法称为“拜尔排列”。

[0069] 可以应用四种模式作为用来对各像素分配颜色分量的图 9A 所示的拜尔排列。下面将参照图 9E 至图 9H 详细描述这四种模式。

[0070] 图 9E 至图 9H 各自例示了使用拜尔排列捕获的图像数据 I 的各像素对应于哪个颜色分量。更具体地说，图 9E 至图 9H 各自例示了位于图像数据 I 的左上部的四个像素 (2×2) 对应于哪个颜色分量。

[0071] 在这点上，在图 9E 所示的示例中，图像数据 I 的左上像素对应于红色 (R) 分量，图像数据 I 的右上像素和左下像素对应于绿色 (G) 分量，图像数据 I 的右下像素对应于蓝色 (B) 分量。

[0072] 根据图 9E 至图 9H 可以理解，可以根据颜色分量的组合来得到这里所示的四种模式。

[0073] 在本示例性实施例中，生成作为表示在生成图像数据 I 时使用图 9E 至图 9H 所示

的四种模式中的哪一种模式的信息的像素排列信息 A。生成的像素排列信息 A 临时存储在工作存储器 24 上。然后,图像输出单元 54 将像素排列信息 A 添加到图像数据 I 中。

[0074] 通过使用以上述方式添加到图像数据 I 中的像素排列信息 A,本示例性实施例能够在图像验证装置中识别构成图像数据 I 的各像素对应于哪个颜色分量。下面将详细描述图像验证装置。

[0075] 在本示例性实施例中,假设应用包含三个颜色的颜色分量的排列(图 9A)。然而,本发明不局限于此。也就是说,可以应用包含四个或更多颜色的颜色分量的排列。

[0076] 图 9B 例示了使用用于获取四个颜色的颜色信息的颜色过滤器捕获的图像数据的示例。在奇数行中,排列有红色(R)分量和翠绿色(E)分量的数据。在偶数行中,排列有绿色(G)分量和蓝色(B)分量的数据。

[0077] 此外,在本示例性实施例中,使用具有如图 9A 所示的格状像素排列的光学传感器和颜色过滤器来捕获图像数据 I。然而,本发明不局限于此。也就是说,可以应用具有各种不同的像素排列方法的光学传感器和颜色过滤器。

[0078] 图 9C 例示了以蜂窝结构排列像素的光学传感器和颜色过滤器的示例。如果应用图 9C 所示的光学传感器和颜色过滤器,则如图 9D 所示,可以使用在第一行中记录蓝色(B)分量和红色(R)分量、在第二行中记录绿色(G)分量、在第三行中记录红色(R)分量和蓝色(B)分量。

[0079] 如上所述,本发明不局限于使用具有特定像素排列的光学传感器、颜色过滤器或图像格式。也就是说,可以使用具有各种其它像素排列的光学传感器、颜色过滤器或图像格式。

[0080] 然后,将图像生成单元 51 生成的图像数据 I 输出给顺序信息计算单元 52 和图像输出单元 54。将随机数初始值 KR 和图像生成单元 51 生成的图像数据 I 输入给顺序信息计算单元 52。然后,顺序信息计算单元 52 基于图像数据 I 使用输入的随机数初始值 KR 生成顺序信息 R。然后,顺序信息计算单元 52 输出生成的顺序信息 R。

[0081] 现在,将参照图 6A 详细描述根据本示例性实施例的顺序信息计算单元 52。

[0082] 参照图 6A,根据本示例性实施例的顺序信息计算单元 52 包括伪随机数生成单元 61、像素对选择单元 62 以及像素值比较单元 63。

[0083] 伪随机数生成单元 61 使用输入的初始值 KR 作为种子(seed)来生成伪随机数 RND。然后,伪随机数生成单元 61 将生成的伪随机数 RND 输出给像素对选择单元 62。

[0084] 图像输入装置 11 和图像验证装置 13 需要共享初始值 KR。因此,预先存储图像输入装置 11 的 ROM 22 和图像验证装置 13 的 ROM 44 公用的秘密信息。验证数据生成单元 53 能够按照需要利用该秘密信息。

[0085] 作为另选方案,还可以使用以下配置。也就是说,在诸如集成电路(IC)卡的抗干扰(tamper)设备上存储签名密钥 KS。在这种情况下,将 IC 卡连接到图像输入装置 11 和图像验证装置 13,验证数据生成单元 53 从 IC 卡中获取签名密钥 KS 并利用所获取的签名密钥 KS。

[0086] 像素对选择单元 62 使用伪随机数生成单元 61 生成的伪随机数 RND,来选择构成图像数据 I 的像素中的两个像素的位置。像素对选择单元 62 重复执行生成包括所选择的两个像素的像素对的处理,来生成包括多个像素对的像素对 IP。然后,像素对选择单元 62 输

出所生成的像素对 IP。

[0087] 现在,将参照图 4A 详细描述根据本示例性实施例的像素对 IP 的示例。

[0088] 参照图 4A,图像数据 227 包括像素 221、222、224 以及 225。通过虚线彼此连接的像素构成像素对。像素 221 和像素 222 构成像素对 223。像素 224 和像素 225 构成像素对 226。在这种情况下,将像素对 223 和像素对 226 作为像素对 IP 输出。

[0089] 在本示例性实施例中,从图像数据(图 9A)中的具有相同颜色分量的像素中选择像素对。更具体地说,如果选择红色(R)分量作为像素对中的一个像素,则针对另一像素选择红色(R)分量。通过使用添加到图像数据 I 中的图像排列信息 A 来选择像素对。

[0090] 在图像再现处理期间执行的伽玛校正处理、对比度校正处理或白平衡校正处理中,尽管相同颜色分量之间的大小关系几乎不改变,但是不同颜色分量之间的大小关系可能改变。

[0091] 因此,在本示例性实施例中,从具有相同颜色分量的像素中选择像素对 IP。由此,能够防止图像再现处理前后像素对 IP 之间的大小关系改变。

[0092] 当将像素对 IP 输入给像素值比较单元 63 时,像素值比较单元 63 比较构成输入的像素对的像素值。然后,像素值比较单元 63 将比较结果作为顺序信息 R 输出。

[0093] 在本示例性实施例中,像素值比较单元 63 使用如下表达式 (1) 生成顺序信息 R。

[0094] 如果  $c(i) < c(j)$ , 则  $R_k = 0$ , 否则  $R_k = 1$  (1)

[0095] 其中,“ $c(x)$ ”表示像素位置  $x$  处的像素值,“ $i$ ”和“ $j$ ”各自表示像素对选择单元 62 选择的像素对中的像素的位置。

[0096] 本示例性实施例使用表达式 (1) 针对所有像素对 IP 计算相对大小关系  $R_k$ 。然后,将组合计算的大小关系值  $R_k$  的结果作为顺序信息 R 输出。

[0097] 现在,将参照图 4B 详细描述计算大小关系  $R_k$  和顺序信息 R 的方法的示例。

[0098] 参照图 4B,图像数据 231 是计算顺序信息 R 的目标。每个格均表示像素。在本示例性实施例中,假设使用具有像素排列 232 的光学传感器或颜色过滤器捕获像素。

[0099] 此外,以从左上部开始进行用于光栅化的扫描的顺序分配各红色(R)分量、绿色(G)分量以及蓝色(B)分量作为像素排列 233。对于红色(R)分量, $CR(0) = 128, CR(1) = 121, CR(2) = 118, CR(3) = 190$ 。

[0100] 此处,首先,针对红色(R)分量计算大小关系  $R_k$ 。使用像素排列 234 来描述伪随机数、像素对 IP 以及大小关系  $R_k$ 。伪随机数生成单元 61 针对图像数据 231 的红色(R)分量生成的伪随机数 RND 对应于像素排列 234 中的“ $i$ ”和“ $j$ ”。像素对选择单元 62 选择的像素对 IP 是  $CR(i)$  和  $CR(j)$ 。在像素排列 234 中,总共选择了两个像素对。

[0101] 然后,使用表达式 (1) 针对各像素对计算大小关系  $R_k$ 。在这点上,例如,对于像素排列 234 中的第一像素对, $CR(i) = 190$  并且  $CR(j) = 118$ 。因此, $C(i) > C(j)$ 。因此,大小关系  $R_k = 1$ 。

[0102] 另一方面,对于第二像素对, $C(i) = 121$  并且  $C(j) = 128$ 。因此,不满足条件  $C(i) > C(j)$ 。因此,大小关系  $R_k = 0$ 。

[0103] 使用上述方法针对绿色(G)分量和蓝色(B)分量计算大小关系  $R_k$ 。此外,依次组合针对各个红色(R)分量、绿色(G)分量以及蓝色(B)分量计算的大小关系值  $R_k$ 。由此,生成顺序信息 R。在本示例性实施例中,获取了顺序信息 R“10001110”,如图 4B 中的  $R_k$  值

235 所示。

[0104] 在本示例性实施例中,如图 4A 所示,针对包含在图像数据 I 中的所有像素对 IP 计算大小关系  $R_k$ ,并且输出基于大小关系  $R_k$  获取的顺序信息 R。然而,本发明不局限于此。也就是说,还可以使用利用伪随机数 RND 随机选择图像数据 I 的一部分的像素对 IP。

[0105] 此外,在针对包含在图像数据 I 中的所有像素对 IP 计算大小关系  $R_k$ 、并且输出基于大小关系  $R_k$  而获取的顺序信息 R 的情况下,不总是需要伪随机数生成单元 61。在这种情况下,可以使用以预定顺序选择所有像素对,而不使用伪随机数 RND 来选择像素对。

[0106] 此外,在本示例性实施例中,选择两个像素作为像素对 IP。然而,本发明不局限于此。也就是说,还可以使用选择 N(N 是大于 2 的整数)个像素用作像素对 IP。在这种情况下,像素对选择单元 62 选择包括 N 个像素的像素对 IP。像素值比较单元 63 计算该 N 个像素值之间的大小关系,并且将计算结果作为顺序信息 R 输出。

[0107] 通常,针对 N 个像素值的大小关系,能够获得 N 的阶乘 (factorial) 个大小关系值。因此,针对一个像素对 IP 的大小关系  $R_k$ ,生成具有能够表达 N 的阶乘的位长的顺序信息。更具体地说,如果  $N = 3$ ,则能够获得  $3! = 6$  个大小关系值作为像素值的大小关系。因此,能够用 3 位的数字串来表达大小关系  $R_k$ 。

[0108] 返回参照图 2B,当将顺序信息计算单元 52 生成的顺序信息 R 输入给验证数据生成单元 53 时,验证数据生成单元 53 针对输入的顺序信息 R 生成验证数据 S(R)。然后,验证数据生成单元 53 向图像输出单元 54 输出生成的验证数据 S(R)。

[0109] 对于根据本示例性实施例的验证数据,可以应用消息鉴别代码 (MAC, Message Authentication Code) 或数字签名。生成 MAC 和数字签名的方法对于本领域技术人员是已知的。因此,此处省略其描述。

[0110] 如果应用 MAC 作为验证数据,则输入用于生成 MAC 的秘密信息作为签名密钥 KS。在生成 MAC 时使用签名密钥 KS。图像输入装置 11 和图像验证装置 13 需要共享签名密钥 KS。因此,在本示例性实施例中,图像输入装置 11 的 ROM 22 和图像验证装置 13 的 ROM 44 存储公用秘密信息。验证数据生成单元 53 按照需要利用该秘密信息。

[0111] 作为另选方案,还可以应用以下的配置。也就是说,将签名密钥 KS 存储在诸如 IC 卡的抗干扰设备上。将 IC 卡连接到图像输入装置 11 和图像验证装置 13。验证数据生成单元 53 从 IC 卡中获取签名密钥 KS 并利用所获取的签名密钥 KS。

[0112] 作为另选方案,还可以使用在图像输入装置 11 内生成新的秘密信息并利用生成的秘密信息作为签名密钥 KS。在这种情况下,可以将生成的秘密信息存储在诸如 IC 卡的抗干扰设备中。此外,在这种情况下,还可以使用对生成的秘密信息进行加密并将加密的秘密信息发送给图像验证装置 13。

[0113] 另一方面,在应用数字签名作为验证数据的情况下,输入用于生成数字签名的专用密钥作为签名密钥 KS。在这种情况下,将签名密钥 KS 存储在图像输入装置 11 的 ROM 22 上,并且验证数据生成单元 53 按照需要利用该签名密钥 KS。

[0114] 作为另选方案,还可以应用以下的配置。也就是说,将签名密钥 KS 存储在诸如 IC 卡的抗干扰设备上。在这种情况下,将 IC 卡连接到图像输入装置 11,验证数据生成单元 53 从 IC 卡中获取签名密钥 KS 并利用所获取的签名密钥 KS。

[0115] 作为另选方案,还可以使用在图像输入装置 11 内生成新的签名密钥 KS 并利用生

成的签名密钥 KS。

[0116] 在上述任何一种情况中,在图像验证装置 13 内需要与验证数据生成单元 53 所利用的签名密钥 KS 相对应的公共密钥。

[0117] 因此,图像输出单元 54 向图像数据添加与签名密钥 KS 相对应的公共密钥,并将图像数据和公共密钥发送给图像验证装置 13。

[0118] 作为另选方案,还可以应用以下的配置。也就是说,将公共密钥存储在服务器(未示出)上。此外,将表示公共密钥在服务器上的存储位置的信息(诸如统一资源定位器(URL, uniform resource locator)的信息)添加到(记录在)图像数据中。在这种情况下,图像验证装置 13 按照需要使用关于存储位置的信息以从服务器中获取公共密钥。

[0119] 返回参照图 2B,当将从图像生成单元 51 输出的图像数据 I 和从验证数据生成单元 53 输出的验证数据 S(R) 输入给图像输出单元 54 时,图像输出单元 54 将验证数据 S(R) 添加到图像数据 I 中,并输出添加有验证数据 S(R) 的图像数据 I。

[0120] 关于根据本示例性实施例的向图像数据 I 中添加验证数据 S(R) 的方法,例如,将验证数据 S(R) 记录在用 Exif 格式化后的图像数据 I 的头中。然而,本发明不局限于此。也就是说,还可以使用将验证数据 S(R) 与图像数据 I 组合。

[0121] 此外,在本示例性实施例中,将图像生成单元 51 生成的、存储在工作存储器 24 中的像素排列信息 A 添加到图像数据 I 中,并将像素排列信息 A 与图像数据 I 一起输出。图像输出单元 54 将图像数据 I 记录在诸如可移动介质的存储介质上,或者通过有线或无线通信经由网络将图像数据 I 发送给预定主装置。

[0122] 现在,将参照图 14 详细描述根据本示例性实施例的图像输入装置 11 执行的拍摄(图像捕获)处理的示例性流程。图 14 是例示根据本示例性实施例的图像捕获处理的示例性流程图。

[0123] 参照图 14,在步骤 S141 中,图像输入装置 11 使用图像生成单元 51 捕获图像数据 I。在步骤 S142 中,像素对选择单元 62 使用伪随机数生成单元 61 生成的伪随机数 RND 选择像素对 IP。在步骤 S143 中,像素值比较单元 63 计算像素对 IP 的顺序信息 R。

[0124] 在步骤 S144 中,验证数据生成单元 53 针对顺序信息 R 生成验证数据 S(R)。在步骤 S145 中,图像输出单元 54 输出添加有验证数据 S(R) 的图像数据 I。

[0125] 现在,将参照图 7 详细描述根据本示例性实施例的图像再现装置 12 的示例性功能配置。

[0126] 参照图 7,图像再现装置 12 包括像素插值单元 71 和像素校正单元 72。

[0127] 当从图像输入装置 11 输入图像数据 I 时,像素插值单元 71 对输入的图像数据 I 执行像素插值处理。然后,像素插值单元 71 输出经过了像素插值处理的图像数据 I2。

[0128] 下面将参照图 10A 详细描述根据本示例性实施例的像素插值处理。图 10A 例示了对具有图 9A 所示的图像格式的图像数据执行的示例性像素插值处理。

[0129] 参照图 10A,图像数据 101 是进行像素插值处理之前的图像数据。图 像数据 102、103 以及 104 分别经过了针对红色(R)分量、绿色(G)分量以及蓝色(B)分量的像素插值处理。

[0130] 在图像数据 102、103 以及 104 中,以网状的状态表示的像素是捕获的像素,即包含在图像数据 101(第一像素组)中的像素。另一方面,在图像数据 102、103 以及 104 中,以

非网状的状态表示的像素是新插入的像素（第二像素组）。

[0131] 如图 10A 所示,在像素插值处理中,捕获的图像数据中没有颜色分量的像素的值通过相邻的捕获的像素的值来进行插值。下面描述根据本示例性实施例的对红色 (R) 分量的像素插值处理的示例。

$$[0132] \quad R2 = (R1+R3)/2$$

$$[0133] \quad R4 = (R1+R7)/2$$

$$[0134] \quad R6 = (R3+R9)/2 \quad (2)$$

$$[0135] \quad R8 = (R7+R9)/2$$

$$[0136] \quad R5 = (R1+R3+R7+R9)/4$$

[0137] 在本示例性实施例中,如表达式 (2) 所示,将相邻的捕获的像素的像素值的平均值用作插值目标像素的像素值。具体地说,如果相邻的捕获的像素的数量为 2,则本示例性实施例计算这两个像素值的平均值。如果相邻的捕获的像素的数量为 4,则本示例性实施例计算这四个像素值的平均值。

[0138] 使用表达式 (2) 能够执行针对绿色 (G) 分量和蓝色 (B) 分量的像素插值处理。因此,此处不重复其详细描述。

[0139] 在本示例性实施例中,针对各个颜色分开独立地执行像素插值处理。然而,本发明不局限于此。也就是说,能够以各种不同的方式执行像素插值处理。

[0140] 在这点上,可以应用利用颜色分量之间的比率（例如红色 (R) 分量或蓝色 (B) 分量与绿色 (G) 分量的比率）的方法。此外,还可以应用检测边缘的方向、根据检测到的边缘方向对捕获的像素值分配权重、并对像素进行插值的方法。

[0141] 作为另选方案,还可以使用预先提供像素插值单元 71 能够执行的多种类型的像素插值处理、适当地选择合适的像素（图像）插值处理并在合适的时刻执行。在这种情况下,将用于识别所选择的像素（图像）插值处理的信息与图像数据 I3 一起输出。

[0142] 作为另选方案,还可以使用根据图像输入装置 11 的类型执行合适的像素（图像）插值处理。在这种情况下,将用于识别图像输入装置 11 的信息添加给从图像输出单元 54(图 2B) 输出的图像数据 I。此外,像素插值单元 71 根据用于识别图像输入装置 11 的信息选择合适的像素（图像）插值处理。

[0143] 返回图 7,当将经过了像素插值单元 71 的像素插值处理的图像数据 I2 输入给像素校正单元 72 时,像素校正单元 72 对图像数据 I2 执行像素校正处理。此外,像素校正单元 72 输出经过像素校正处理的图像数据 I3。

[0144] 根据本示例性实施例的图像校正处理包括伽玛校正处理、对比度校正处理以及白平衡校正处理。

[0145] 在白平衡校正处理中,使用下面的表达式 (3) 来改变构成图像数据 I2 的各像素的颜色分量的值。

$$[0146] \quad R' = WR \times R$$

$$[0147] \quad G' = WG \times G \quad (3)$$

$$[0148] \quad B' = WB \times B$$

[0149] 其中,“R”、“G”以及“B”各自表示白平衡校正处理之前的各像素的颜色分量的值,“R' ”、“G' ”以及“B' ”各自表示白平衡校正处理之后的各像素的颜色分量的值,“WR”、

“WG”以及“WB”各自表示各颜色分量的白平衡校正值。

[0150] 在伽玛校正处理中,使用下面的表达式(4)来改变构成图像数据 I2 的各分量的颜色分量的值。

$$[0151] \quad R' = R'_m \times (R/R_m)^{(1/\gamma_R)}$$

$$[0152] \quad G' = G'_m \times (G/G_m)^{(1/\gamma_G)} \quad (4)$$

$$[0153] \quad B' = B'_m \times (B/B_m)^{(1/\gamma_B)}$$

[0154] 其中,“R”、“G”以及“B”各自表示伽玛校正处理之前的各像素的颜色分量的值,“R' ”、“G' ”以及“B' ”各自表示伽玛校正处理之后的各像素的颜色分量的值,“Rm”、“Gm”以及“Bm”各自表示伽玛校正处理之前的各颜色分量的最大值,“R' m”、“G' m”以及“B' m”各自表示伽玛校正处理之后的各颜色分量的最大值,“ $\gamma_R$ ”、“ $\gamma_G$ ”以及“ $\gamma_B$ ”各自表示针对各颜色分量的伽玛校正值,“ $x^y$ ”表示 x 的 y 次幂。

[0155] 图 8A 例示了表达式(4)表示的伽玛校正处理。参照图 8A,水平轴表示伽玛校正处理之前的颜色分量的值。垂直轴表示伽玛校正处理之后的颜色分量的值。根据伽玛曲线(粗线)来校正各颜色分量的值。根据表达式(4)中的  $\gamma_R$ 、 $\gamma_G$  或  $\gamma_B$  的值来确定伽玛曲线。

[0156] 如果  $\gamma_R$ 、 $\gamma_G$  或  $\gamma_B$  的值大于 1,则颜色分量被校正为更暗。另一方面,如果  $\gamma_R$ 、 $\gamma_G$  或  $\gamma_B$  的值小于 1,则颜色分量被校正为更亮。如图 8A 所示,在伽玛校正处理之前其值为值 I1 的颜色分量在伽玛校正处理之后被校正为值 I' 1。

[0157] 在校正对比度时,使用图 8B 所示的校正曲线来改变构成图像数据 I2 的各像素的颜色分量的值。也就是说,在对比度校正处理中,暗颜色分量被校正为更暗,而亮颜色分量被校正为更亮。也就是说,如图 8B 所示,在对比度校正处理之前其值为值 I1 的颜色分量在对比度校正处理之后被校正为值 I' 1。

[0158] 在本示例性实施例中,可以执行上述伽玛校正处理、对比度校正处理、白平衡校正处理以及包括其组合的处理作为图像校正处理。在本示例性实施例中,可以使用仅执行伽玛校正处理。此外,还可以使用在执行白平衡校正处理之后执行伽玛校正处理,然后再执行对比度校正处理。

[0159] 在本示例性实施例中,可以应用并执行伽玛校正处理、对比度校正处理、白平衡校正处理以及包括其组合的处理作为图像校正处理。然而,本发明不局限于此。也就是说,可以应用其它各种图像处理。

[0160] 现在,将参照图 11A 详细描述根据本示例性实施例的图像验证装置 13 的示例性功能配置。在下面的描述中,假设主计算机 41 的电源已经接通,并且已经在 RAM(工作存储器)45 上加载了 OS。

[0161] 参照图 11A,根据本示例性实施例的图像验证装置 13 包括图像输入单元 111、捕获像素提取单元 112、顺序信息计算单元 113 以及验证单元 114。

[0162] 可以通过利用软件来执行处理而实现根据本示例性实施例的图像验证处理。在这种情况下,认为上述单元和部件是对执行上述处理所需的的功能的概念性描述。

[0163] 图像输入单元 111 接收图像再现装置 12 再现的图像数据 I3 的输入。更具体地说,经由可移动介质和 / 或网络将从图像再现装置 12 输出的图像数据 I3 输入给图像输入单元 111。

[0164] 此外,图像输入单元 111 对输入的图像数据 I3 的头进行分析。另外,图像输入单元 111 提取像素排列信息 A 和添加到图像数据 I3 中的验证数据 S(R)。此外,图像输入单元 111 输出提取的验证数据 S(R) 和像素排列信息 A。

[0165] 当将图像数据 I3 和像素排列信息 A 从图像输入单元 111 输入给捕获像素提取单元 112 时,捕获像素提取单元 112 使用像素排列信息 A 来提取捕获的像素。此外,捕获像素提取单元 112 输出包含捕获的像素的图像数据 I4。

[0166] 输入给捕获像素提取单元 112 的图像数据 I3 变成作为上述像素插值单元 71 执行的插值处理的结果的、一个像素包括三个颜色分量的数据。

[0167] 捕获像素提取单元 112 基于上述图像数据 I3、使用像素排列信息 A,来识别分配给各像素的颜色分量,以仅提取识别的颜色分量。

[0168] 在获取以上述方式提取的颜色分量之后,捕获像素提取单元 112 生成一个像素包括一个颜色分量的图像数据 I4,并输出生成的图像数据 I4。

[0169] 现在,将参照图 10B 详细描述捕获像素提取单元 112 执行的捕获像素提取处理。

[0170] 参照图 10B,像素排列模式 121、122 以及 123 各自包括经过了像素插值单元 71 的插值处理的图像数据的左上部分的 9(3×3) 个像素。像素排列模式 121 包括红色 (R) 分量。像素排列模式 122 包括绿色 (G) 分量。像素排列模式 123 包括蓝色 (B) 分量。

[0171] 像素排列信息 124 是像素排列信息 A 的示例。在像素排列信息 124 中,图像数据的左上像素对应于红色 (R) 分量,图像数据的右上像素和左下像素对应于绿色 (G) 分量,图像数据的右下像素对应于蓝色 (B) 分量。

[0172] 像素排列模式 125、126 以及 127 各自表示构成像素排列模式 121 至 123 的像素中的哪个像素是捕获的像素。通过参照像素排列信息 (像素排列信息 A) 124,能够得知以网状的状态表示的像素是捕获的像素。

[0173] 当将图像数据 I4 从捕获像素提取单元 112 输入给顺序信息计算单元 113 时,顺序信息计算单元 113 基于输入的图像数据 I4 来生成顺序信息 R'。此外,顺序信息计算单元 113 输出生成的顺序信息 R'。

[0174] 在本示例性实施例中,在顺序信息计算单元 113 内执行的顺序信息计算处理类似于上述在顺序信息计算单元 52(图 2B) 内执行的顺序信息计算处理。因此,此处不重复其描述。

[0175] 将顺序信息计算单元 113 生成的顺序信息 R'、图像输入单元 111 提取的验证数据 S(R) 和像素排列信息 A、图像数据 I3 以及签名密钥 KS 输入给验证单元 114。然后,验证单元 114 使用输入的数据验证图像数据 I3 是否经过修改。然后,验证单元 114 输出验证结果 (OK(是)/NO(否))。

[0176] 现在,将参照图 13A 详细描述根据本示例性实施例的验证单元 114。参照图 13A,根据本示例性实施例的验证单元 114 包括第一验证单元 131 和第二验证单元 132。

[0177] 第一验证单元 131 验证包含捕获的像素的图像数据 I4。第二验证单元 132 验证包含使用捕获的像素进行了插值的像素的图像数据 (图像数据 I3 与图像数据 I4 之间的差分)。结果,验证单元 114 执行图像数据 I3 的验证。

[0178] 第一验证单元 131 使用顺序信息 R'、验证数据 S(R) 以及签名密钥 KS 来执行签名或 MAC 的验证。然后,第一验证单元 131 输出验证结果 (OK/NO)。更具体地说,输入顺序信

息  $R'$ 、验证数据  $S(R)$  以及签名密钥  $KS$ 。然后,基于顺序信息  $R'$  和签名密钥  $KS$  来生成数字签名或 MAC。此处注意,生成数字签名或 MAC 的处理类似于上述验证数据生成单元 53 执行的执行。因此,此处不重复其描述。

[0179] 此外,第一验证单元 131 将生成的数字签名或 MAC 与验证数据  $S(R)$  进行比较。如果生成的数字签名或 MAC 与验证数据  $S(R)$  相匹配,则第一验证单元 131 输出验证结果“OK”。另一方面,如果生成的数字签名或 MAC 与验证数据  $S(R)$  不匹配,则第一验证单元 131 输出验证结果“NO”。下文将上述处理称为“第一验证处理”。

[0180] 第一验证单元 131 执行的第一验证处理需要与上述验证数据生成单元 53 执行的执行相对应。更具体地说,如果验证数据生成单元 53 生成了 MAC,则第一验证单元 131 使用 MAC 执行验证处理。另一方面,如果验证数据生成单元 53 生成了数字签名,则第一验证单元 131 使用数字签名执行验证处理。

[0181] 在这点上,必须考虑以下内容。即,如果使用 MAC,则应用等同于验证数据生成单元 53 使用的签名密钥  $KS$  的秘密信息作为签名密钥  $KS$ 。另一方面,如果使用数字签名,则应用对应于验证数据生成单元 53 使用的签名密钥  $KS$  的公共密钥作为签名密钥  $KS$ 。

[0182] 将第一验证单元 131 的第一验证处理的结果和作为验证处理的目标的图像数据 I3 输入给第二验证单元 132。然后,第二验证单元 132 验证输入的图像数据 I3 是否经过了修改。此外,第二验证单元 132 输出验证结果 (OK/NO)。

[0183] 下面将参照图 15 详细描述根据本示例性实施例的在第二验证单元 132 内执行的第二验证处理。图 15 是例示根据本示例性实施例的第二验证处理的示例性流程的流程图。

[0184] 参照图 15,在步骤 S151 中,第二验证单元 132 使用像素排列信息 A 来识别图像数据 I3 的各像素的各颜色分量是捕获的像素或插值目标像素中的哪个。步骤 S151 中的识别处理类似于上述捕获像素提取单元 112 执行的执行。此处,将没有作为捕获的像素提取的像素识别为插值目标像素。

[0185] 更具体地说,在图 10B 所示的示例中,在像素排列模式 125 至 127 中以网状的状态表示的像素是捕获的像素,而以非网状的状态表示的像素是插值目标像素。

[0186] 在步骤 S152 中,第二验证单元 132 确定像素插值单元 71 (图 7) 通过什么方法来对插值目标像素进行插值。

[0187] 在本示例性实施例中,可以应用以下的配置。即,将表示像素插值单元 71 执行的插值处理的类型 (在像素插值单元 71 执行的插值处理中使用的方法) 的信息添加到图像数据 I3 中,并将添加的信息与图像数据 I3 一起输出。在这种情况下,像素插值单元 71 能够使用表示插值处理的类型 (在插值处理中使用的方法) 的信息来识别插值方法。

[0188] 作为另选方案,可以应用以下的配置。即,如果像素插值单元 71 根据图像输入装置 11 的类型来执行像素 (图像) 插值处理,则将图像输入装置 11 的类型 (型号名称等) 添加到图像数据 I 中。然后,图像输出单元 54 将图像输入装置 11 的类型与图像数据 I 一起输出。在这种情况下,像素插值单元 71 能够使用表示图像输入装置 11 的类型的信息来识别插值方法。

[0189] 在步骤 S153 中,第二验证单元 132 确定在步骤 S152 中是否识别了插值方法。

[0190] 如果确定识别了插值方法 (步骤 S153 中的“是”),则处理前进到步骤 S154。另一方面,如果确定没有识别插值方法 (步骤 S153 中的“否”),则处理前进到步骤 S158。

[0191] 在步骤 S154 中,第二验证单元 132 使用在步骤 S152 中识别的插值方法,基于在步骤 S151 中识别的捕获的像素再次计算插值目标像素。下文中,将在步骤 S154 中计算的插值目标像素简称为“再插值目标像素”。

[0192] 如果在步骤 S152 中识别的插值方法是表达式 (2) 所表示的方法,则应用如下面的表达式 (5) 所示的等同于表达式 (2) 所表示的方法的方法。

$$[0193] \quad R2' = (R1+R3) / 2$$

$$[0194] \quad R4' = (R1+R7) / 2$$

$$[0195] \quad R6' = (R3+R9) / 2 \quad (5)$$

$$[0196] \quad R8' = (R7+R9) / 2$$

$$[0197] \quad R5' = (R1+R3+R7+R9) / 4$$

[0198] 其中,“R2' ”、“R4' ”、“R6' ”、“R8' ”以及“R5' ”各自表示再插值目标像素。

[0199] 在步骤 S155 中,第二验证单元 132 确定识别的捕获的像素与再插值目标像素是否具有预定关系。

[0200] 如果确定识别的捕获的像素与再插值目标像素具有预定关系(步骤 S155 中的“是”),则处理前进到步骤 S157。在步骤 S157 中,第二验证单元 132 确定验证成功完成(OK)。另一方面,如果确定识别的捕获的像素与再插值目标像素不具有预定关系(步骤 S155 中的“否”),则处理前进到步骤 S156。在步骤 S156 中,第二验证单元 132 确定验证没有成功完成(NO)。

[0201] 在本示例性实施例中,第二验证单元 132 计算在步骤 S154 中计算的再插值目标像素与在步骤 S151 中识别的插值目标像素的值之间的差。

[0202] 如果计算的差的值小于预定阈值,或者如果差为 0,则第二验证单元 132 确定验证成功完成(OK)。

[0203] 在这点上,例如,第二验证单元 132 能够确定使用上述表达式 (5) 计算的再插值目标像素的值 R2' 与在步骤 S151 中识别的插值目标像素的值 R2 之间的差是否等于或小于预定阈值。

[0204] 另一方面,在步骤 S158 中,第二验证单元 132 确定识别的捕获的像素与插值目标像素是否具有预定关系。

[0205] 如果确定识别的捕获的像素与插值目标像素具有预定关系(步骤 S158 中的“是”),则处理前进到步骤 S1510。在步骤 S1510 中,第二验证单元 132 确定验证成功完成(“OK”)。另一方面,如果确定识别的捕获的像素与插值目标像素不具有预定关系(步骤 S158 中的“否”),则处理前进到步骤 S159。在步骤 S159 中,第二验证单元 132 确定验证失败(“NO”)。

[0206] 在本示例性实施例中,如果插值目标像素的值包含在水平方向和垂直方向上与该插值目标像素相邻的捕获的像素的值中,则第二验证单元 132 确定验证成功完成。

[0207] 对于像素排列信息 124(图 10B)中的绿色(G)分量,例如,第二验证单元 132 确定捕获的像素 G2、G4、G6 以及 G8 与插值目标像素 G5 是否具有如下关系:

$$[0208] \quad G2 < G5 < G8 \text{ 并且 } G4 < G5 < G6 \quad (6)$$

[0209] 作为另选方案,可以使用如果插值目标像素的值包含在相邻的捕获的像素的值的的最小值与最大值之间的范围内、则第二验证单元 132 确定验证成功完成(“OK”)。

[0210] 对于在像素排列信息 124(图 10B) 中示出的绿色 (G) 分量,例如,第二验证单元 132 确定是否存在如下关系:

$$[0211] \quad \text{Min}(G2, G4, G6, G8) < G5 < \text{Max}(G2, G4, G6, G8) \quad (7)$$

[0212] 其中,“Min()”表示自变量(argument)所包含的的最小值,“Max()”表示自变量所包含的值的最大值。

[0213] 作为另选方案,如果插值目标像素的值与相邻的捕获的像素的值的中间值(如果捕获的像素的值的数量为偶数,则取最接近值的中心的两个值的平均值)之间的差的绝对值等于或小于预定阈值,则第二验证单元 132 可以确定验证成功完成(“OK”)。

[0214] 在像素排列信息 124(图 10B) 中示出的绿色 (G) 分量的情况下,第二验证单元 132 确定是否存在如下关系:

$$[0215] \quad |G5 - \text{Med}(G2, G4, G6, G8)| < T \quad (8)$$

[0216] 其中,“Med()”表示自变量所包含的中间值,“|x|”表示 x 的绝对值,“T”表示预定阈值。

[0217] 作为另选方案,可以应用以下配置。即,生成仅包括捕获的像素的捕获的图像的数据以及仅包括插值目标像素的要进行插值的图像的数据。然后,计算生成的图像数据之间的相似度(互相关(cross-correlation)值等)。如果相似度等于或大于预定阈值,则第二验证单元 132 确定验证成功完成(“OK”)。

[0218] 然而,本发明不局限于确定是否存在上述预定关系的方法。也就是说,可以使用插值目标像素与捕获的像素之间的其它各种关系。

[0219] 在上述任何一种情况下,在步骤 S158 中,第二验证单元 132 根据关于捕获的像素与插值目标像素是否具有预定关系的确定结果,来确定插值目标像素是否经过修改。

[0220] 现在,将参照图 16 详细描述根据本示例性实施例的图像验证装置 13 执行的图像验证处理的示例性流程。图 16 是例示根据本示例性实施例的图像验证处理的示例的流程图。

[0221] 参照图 16,在步骤 S161 中,图像验证装置 13 使用图像输入单元 111 输入图像数据 I3。在步骤 S162 中,图像验证装置 13 使用捕获像素提取单元 112 从图像数据 I3 中提取捕获的像素数据 I4。

[0222] 在步骤 S163 中,像素对选择单元 62 使用伪随机数生成单元 61 生成的伪随机数 RND 选择像素对 IP。在步骤 S164 中,像素值比较单元 63 计算像素对选择单元 62 选择的像素对 IP 的顺序信息 R'。

[0223] 在步骤 S165 中,图像验证装置 13 使用第一验证单元 131 执行第一验证处理。在步骤 S166 中,图像验证装置 13 确定验证处理是否成功完成。如果确定验证处理成功完成(步骤 S166 中的“是”),则处理前进到步骤 S167。另一方面,如果确定验证处理失败(步骤 S166 中的“否”),则处理前进到步骤 S1610。

[0224] 在步骤 S167 中,第二验证单元 132 执行第二验证处理。在步骤 S168 中,图像验证装置 13 确定第二验证处理是否成功完成。如果确定第二验证处理成功完成(步骤 S168 中的“是”),则处理前进到步骤 S169。另一方面,如果确定第二验证处理失败(步骤 S168 中的“否”),则处理前进到步骤 S1610。

[0225] 在步骤 S169 中,图像验证装置 13 确定图像验证成功(图像没有经过修改)。在步

骤 S1610 中,图像验证装置 13 确定图像验证不成功(图像经过修改)。然后,处理结束。

[0226] 使用上述配置,在本示例性实施例中,顺序信息计算单元 52 根据构成图像数据 I 的图像数据的顺序信息(大小关系)来生成验证数据,而不直接基于图像生成单元 51 生成的图像数据 I 来生成验证数据。因此,即使像素校正单元 72 对图像数据 I 进行了图像校正处理,本示例性实施例也能适当地执行验证处理。

[0227] 也就是说,如图 8A 和图 8B 所示,本示例性实施例利用顺序信息的下列特征。更具体地说,如果由于图像校正处理,像素值 I1 和 I2 分别改变为值 I' 1 和 I' 2,则其顺序信息(大小关系)不改变。

[0228] 此外,当在图像验证装置 13 上执行验证时,第一验证单元 131 验证生成了验证数据 S(R) 的捕获的像素。另外,第二验证单元 132 验证像素插值单元 71 进行了插值的插值目标像素。使用上述配置,本示例性实施例能够使用验证数据来验证插值目标像素是否经过修改、以及捕获的像素是否经过修改。

[0229] 在本示例性实施例中,在图像输入装置 11 内,验证数据生成单元 53 针对顺序信息计算单元 52 计算出的顺序信息 R 生成验证数据 S(R)。然而,本发明不局限于使用顺序信息 R 的方法。也就是说,还可以使用验证数据生成单元 53 针对基于图像数据 I 计算出的各种特征量 F 生成验证数据 S(R)。

[0230] 在这种情况下,如图 18A 所示,图像输入装置 11 包括特征量提取单元 242 来代替顺序信息计算单元 52。此外,在这种情况下,特征量提取单元 242 可以针对基于图像数据 I 提取的特征量 F 生成验证数据 S(F)。

[0231] 特征量不局限于特定特征量。也就是说,可以使用各种特征量,例如 图像数据 I 的低频分量、边缘信息、或量化系数或者其组合。

[0232] 图 19A 例示了在生成了针对特征量 F、而不是顺序信息 R 的验证数据的情况下的图像验证装置 13 的示例性配置。

[0233] 在图 19A 所示的示例中,可以使用特征量计算单元 253 代替顺序信息计算单元 113(图 11A)来执行提取。在这种情况下,验证单元 114 可以使用特征量计算单元 253 从图像数据 I 中提取的特征量 F 来执行验证。

[0234] 此外,在本示例性实施例中,不总是需要针对诸如顺序信息 R 的特征量 F 生成验证数据。也就是说,还可以使用针对捕获的图像数据 I 或其一部分来生成验证数据。

[0235] 在这种情况下,如图 18B 所示,图像输入装置 11 可以直接将图像生成单元 51 生成的图像数据 I 输入给验证数据生成单元 53。此外,在这种情况下,验证数据生成单元 53 可以针对图像数据 I 生成验证数据 S(I)。

[0236] 图 19B 例示了在针对图像数据 I 生成验证数据 S(I) 的情况下的图像验证装置 13 的示例性配置。

[0237] 在图 19B 所示的示例中,可以将捕获像素提取单元 112 提取的图像数据 I4 输入给验证单元 114。验证单元 114 可以使用图像数据 I4 和验证数据 S(I) 来执行验证。

[0238] 下面将描述本发明第二示例性实施例。在第一示例性实施例中,在图像输入装置 11 内,验证数据生成单元 53 针对顺序信息计算单元 52 计算的顺序信息 R 生成验证数据 S(R)。此外,将生成的验证数据 S(R) 添加到图像数据 I 中,并将其与图像数据 I 一起输出。

[0239] 在这种情况下,在图像验证装置 13 内,第一验证单元 131 使用验证数据 S(R) 执行

验证处理。

[0240] 然而,本发明不局限于此。也就是说,还可以使用在图像输入装置 11 内将顺序信息计算单元 52 计算出的顺序信息 R 本身添加到图像数据 I 中、并将其与图像数据 I 一起输出。在这种情况下,图像验证装置 13 可以使用顺序信息 R 来执行验证处理。

[0241] 在这点上,在本示例性实施例中,使用顺序信息 R 代替验证数据 S(R)。

[0242] 现在,将参照图 3A 和 3B 详细描述根据本示例性实施例的图像输入装置 11 的功能。

[0243] 参照图 3A,根据本示例性实施例的图像输入装置 11 包括图像生成单元 191、顺序信息计算单元 192 以及图像输出单元 193。

[0244] 根据本示例性实施例的图像生成单元 191、顺序信息计算单元 192 以及图像输出单元 193 的功能分别类似于上述图像生成单元 51(图 2B)、顺序信息计算单元 52(图 2B) 以及图像输出单元 54(图 2B) 的功能。因此,此处不重复其描述。

[0245] 更具体地说,如图 3A 所示,本示例性实施例执行如下不同于第一示例性实施例(图 2B) 中的处理的处理。也就是说,在本示例性实施例(图 3A) 中,将顺序信息计算单元 192 生成的顺序信息 R 输出给图像输出单元 193。此外,将顺序信息 R 添加到图像数据中并将其与图像数据一起输出。

[0246] 现在,将参照图 11B 详细描述根据本示例性实施例的图像验证装置 13 的功能。

[0247] 参照图 11B,根据本示例性实施例的图像验证装置 13 包括图像输入单元 201、顺序信息计算单元 202 以及验证单元 203。

[0248] 图像输入单元 201 和顺序信息计算单元 202 的功能分别类似于图像输入单元 111(图 11A) 和捕获像素提取单元 112(图 11A) 的功能。因此,此处不重复其描述。下文中,将详细描述不同于第一示例性实施例的验证单元 203 的功能。

[0249] 下面将参照图 13B 详细描述根据本示例性实施例的验证单元 203 的功能。参照图 13B,根据本示例性实施例的验证单元 203 包括相似度确定单元 211 和第二验证单元 212。

[0250] 根据本示例性实施例的第二验证单元 212 执行类似于第二验证单元 132(图 13A) 执行的处理的处理。因此,此处不重复其描述。下文中,将详细描述不同于第一示例性实施例的功能的相似度确定单元 211 的功能。

[0251] 当将顺序信息计算单元 202(相似度确定单元 211 上游的单元) 计算出的顺序信息 R' 和添加到图像数据 I3 中的顺序信息 R 输入给相似度确定单元 211 时,相似度确定单元 211 计算输入的顺序信息 R' 与顺序信息 R 之间的相似度。

[0252] 第二验证单元 212 根据计算出的相似度来验证(确定) 图像数据 I3 是否经过修改。此外,第二验证单元 212 输出验证结果(OK/NO)。

[0253] 在本示例性实施例中,考虑使用上述表达式(1) 生成了顺序信息 R 与顺序信息 R', 使用顺序信息 R 与顺序信息 R' 之间的汉明距离(Hammingdistance) 作为相似度。

[0254] 如果确定计算的汉明距离等于或小于预定阈值,则相似度确定单元 211 确定顺序信息 R 与顺序信息 R' 彼此相似。在这种情况下,第二验证单元 212 确定验证成功完成(“OK”)。另一方面,如果确定计算的汉明距离大于预定阈值,则相似度确定单元 211 确定顺序信息 R 与顺序信息 R' 彼此不相似。在这种情况下,第二验证单元 212 确定验证失败(“NO”)。

[0255] 此处注意,“汉明距离”是指在两个不同的位串中在相互对应的位置处存在的不同的位的数量。因此,随着相似度变高,汉明距离可能变小。更具体地说,如果汉明距离等于或小于预定阈值,则相似度等于或大于预定阈值。

[0256] 对于在相似度确定单元 211 执行的处理中使用的阈值,可以使用预先设置预定值并将其存储在图像验证装置(主计算机)41 的 ROM 44、RAM 45 或 HD 46 上。在这种情况下,可以使用预先设置的值作为阈值。

[0257] 作为另选方案,还可以使用图像验证装置的用户操作指示设备 412 或键盘 413 来输入期望的值。在这种情况下,可以应用用户输入的值。

[0258] 在本示例性实施例中,在确定相似度时应用汉明距离。然而,本发明不局限于此。也就是说,还可以使用使用其它各种方法,例如使用顺序信息 R 和顺序信息 R' 的互相关函数的方法、或者使用动态编程(DP, Dynamic Programming) 匹配的方法。

[0259] 现在,将参照图 17 详细描述根据本示例性实施例的验证单元 203 执行的处理的示例性流程。图 17 是例示根据本示例性实施例的验证单元 203 执行的处理的示例性流程的流程图。

[0260] 参照图 17,在步骤 S171 中,相似度确定单元 211 计算输入的顺序信息 R 与顺序信息 R' 之间的相似度。在步骤 S172 中,相似度确定单元 211 确定计算的相似度是否等于或大于阈值。

[0261] 如果确定计算的相似度等于或大于阈值(步骤 S172 中的“是”),则处理前进到步骤 S173。另一方面,如果确定计算的相似度小于阈值(步骤 S172 中的“否”),则处理前进到步骤 S176。

[0262] 在步骤 S173 中,第二验证单元 212 对插值目标像素执行第二验证处理。在步骤 S174 中,第二验证单元 212 确定第二验证处理是否成功完成。

[0263] 如果确定第二验证处理成功完成(步骤 S174 中的“是”),则处理前进到步骤 S175。另一方面,如果确定第二验证处理失败(步骤 S174 中的“否”),则处理前进到步骤 S176。

[0264] 在步骤 S175 中,第二验证单元 212 确定验证成功完成并输出表示验证成功的结果(“OK”)。另一方面,在步骤 S176 中,第二验证单元 212 确定验证失败并输出表示验证失败的结果(“NO”)。然后,处理结束。

[0265] 现在,将详细描述由本示例性实施例实现的安全性。在本示例性实施例中,根据顺序信息 R 的相似度来确定图像数据是否经过修改。因此,如果对图像数据 I 进行修改的攻击系统的人基于修改后的图像数据新生成顺序信息 R,则尽管图像数据确实经过了修改,但是图像验证装置 13 可能确定图像数据没有经过修改。

[0266] 因此,在本示例性实施例中,需要只有图像输入装置 11 能够生成顺序信息 R。在这点上,在本示例性实施例中,由图像输入装置 11 和图像验证装置 13 预先安全地共享随机数初始值 KR,并将其存储在图像输入装置 11 和图像验证装置 13 上。

[0267] 使用这种配置,本示例性实施例能够防止攻击者选择正确的像素对。也就是说,由于攻击者不能生成正确的顺序信息 R,因此攻击者不能基于修改后的图像生成正确的顺序信息。

[0268] 在本示例性实施例中,将顺序信息 R 本身添加到图像数据 I 中并输出。然而,本发明不局限于此。还可以使用对顺序信息 R 进行加密并输出加密的顺序信息 R。

[0269] 在这种情况下,如图 3B 所示,可以应用以下的配置。附加设置顺序信息加密单元 194。顺序信息加密单元 194 使用密钥 KE,对从顺序信息计算单元 192 输出的顺序信息 R 进行加密。在这种情况下,图像输出单元 193 输出加密的顺序信息 ER。

[0270] 此外,作为另选方案,如图 11C 所示,还可以使用附加设置顺序信息解密单元 204。在这种情况下,图像输入单元 201 从图像数据 I3 中提取加密的顺序信息 ER。

[0271] 此外,在这种情况下,顺序信息解密单元 204 使用密钥 KD 对所提取的加密的顺序信息 ER 进行解密。然后,将解密的顺序信息 R 输入给验证单元 203。

[0272] 在本发明中,顺序信息加密单元 194 执行的加密处理和顺序信息解密单元 204 执行的解密处理不局限于特定方法。也就是说,可以应用各种加密算法。

[0273] 在这点上,可以应用其它各种方法,例如使用公用密钥 (common-key) 密码系统的高级加密标准 (AES, Advanced Encryption Standard) 或数据加密标准 (DES, Data Encryption Standard)、或使用公共密钥 (public-key) 密码系统的 RSA。特别地,当使用公用密钥密码系统时,密钥 KE 和 KD 相同。在这种情况下,图像输入装置 11 和图像验证装置 13 预先机密地共享密钥 KE 和 KD。

[0274] 另一方面,当采用公共密钥密码系统时,密钥 KE 是公共密钥,而密钥 KD 是与公共密钥 KE 相对应的专用密钥。在这种情况下,图像输入装置 11 和图像验证装置 13 预先存储相应的密钥 KE 和 KD。

[0275] 使用上述配置,即使攻击者对从图像输入装置 11 输出的图像数据 I 进行了修改,并试图基于修改后的图像来生成加密顺序信息,本示例性实施例也能够防止攻击者生成正确的加密顺序信息,因为攻击者无法得到 KE。

[0276] 在第一示例性实施例中,验证数据生成单元 53 针对顺序信息计算单元 52 计算的顺序信息 R 生成验证数据 S(R)。此外,第一验证单元 131 使用生成的验证数据 S(R) 来确定图像数据是否经过修改。因此,如果在顺序信息 R 中提取了任何不匹配的位,则可以识别图像数据经过修改。

[0277] 另一方面,在本示例性实施例中,使用顺序信息 R 本身代替验证数据 S(R)。另外,在本示例性实施例中,使用相似度代替顺序信息 R 与顺序信息 R' 之间的逐位比较的结果来执行验证处理。

[0278] 因此,通过适当地设置在确定相似度时所使用的阈值,如果顺序信息 R 与顺序信息 R' 彼此不同的位的数量等于或小于预定位数,则本示例性实施例可以确定验证成功完成(图像没有经过修改)。如果顺序信息 R 与顺序信息 R' 彼此不同的位的数量等于或大于预定位数,则本示例性实施例可以确定验证失败(图像经过修改)。

[0279] 在本示例性实施例中,在图像验证装置 13 内使用针对像素对选择单元 62 选择的像素对 IP 的所有顺序信息 R 来执行验证处理。然而,本发明不局限于此。

[0280] 也就是说,可以在图像验证装置 13 内,使用像素对选择单元 62 选择的像素对 IP 中、除所有像素值被确定为匹配像素值的像素对 IP 以外的具有不匹配像素值的像素对 IP 来执行验证处理。

[0281] 因此,本示例性实施例可以仅针对具有不匹配像素值的像素对 IP 计算顺序信息 R 与顺序信息 R' 之间的相似度。由此,本示例性实施例能够以高精度执行验证处理。

[0282] 在上述第一和第二示例性实施例中,像素对选择单元 62 针对构成图像生成单元

51 生成的图像数据 I 的像素来选择像素对 IP。此外,像素值比较单元 63 计算所选择的像素对 IP 的顺序信息 R。然而,本发明不局限于针对像素选择像素对 IP 的方法。也就是说,还可以使用针对包含在包含多个像素值的、具有矩形形状的区域或具有任意形状的区域中的像素值的特征量计算顺序信息。在这种情况下,对于特征量,可以应用诸如像素值的平均值或像素值的分布的各种类型的特征量。

[0283] 下文中,将详细描述代替使用一个像素的像素值、使用至少两个像素的像素值的示例性实施例。

[0284] 在上述第一和第二示例性实施例中,使用随机数选择任意像素对。在本示例性实施例中,仅选择满足预定条件的矩形块对。

[0285] 下面将参照图 6B 详细描述根据本示例性实施例的顺序信息计算单元 52。

[0286] 参照图 6B,根据本示例性实施例的顺序信息计算单元 52 包括伪随机数生成单元 61、矩形块对选择单元 64 以及矩形块特征量比较单元 65。伪随机数生成单元 61 执行类似于图 6A 所示的伪随机数生成单元 61 执行的类似的处理。因此,此处不重复其描述。

[0287] 矩形块对选择单元 64 将输入的图像数据 I 分割为矩形块或具有任意形状的区域。此外,矩形块对选择单元 64 使用伪随机数 RND 从通过分割处理而生成的矩形块中选择矩形块对。

[0288] 矩形块特征量比较单元 65 计算所选择的矩形块对的特征量。此外,矩形块特征量比较单元 65 使用计算的特征量作为比较目标,来计算顺序信息(大小关系)。

[0289] 在本示例性实施例中,使用像素值的平均值作为矩形块对的特征量。然而,本发明不局限于此。也就是说,可以应用诸如像素值的分布或其标准偏差的其它各种特征量。

[0290] 现在,将详细描述在根据本示例性实施例的矩形块对选择单元 64 内执行的矩形块对选择处理的示例性流程。

[0291] 图 12A 是例示在根据本示例性实施例的矩形块对选择单元 64 内执行的矩形块对选择处理的示例的流程图。

[0292] 参照图 12A,在步骤 S251 中,矩形块对选择单元 64 使用伪随机数生成单元 61 生成的伪随机数 RND 选择基准矩形块。在步骤 S252 中,矩形块对选择单元 64 使用伪随机数 RND 选择候选参考矩形块。

[0293] 在本示例性实施例中,通过依次生成小于图像数据 I 的宽度和高度的伪随机数 RND(RND 是大于 0 的整数)并使用生成的伪随机数 RND 识别矩形块的左上部分的坐标值,来选择基准矩形块和参考矩形块。

[0294] 作为另选方案,还可以使用以下的配置。也就是说,预先对各矩形块提供矩形块编号。在这种情况下,通过使用生成的伪随机数识别矩形块编号,来选择基准矩形块和参考矩形块。

[0295] 不管要应用上述配置中的哪一种,在本示例性实施例中,使用伪随机数 RND 来随机选择基准矩形块和参考矩形块。

[0296] 在步骤 S253 中,矩形块对选择单元 64 计算所选择的参考矩形块候选对象的像素值的平均值。在步骤 S254 中,矩形块对选择单元 64 确定计算的平均值是否包含在预定范围内。如果确定计算的平均值包含在预定范围内(步骤 S254 中的“是”),则处理前进到步骤 S252。另一方面,如果确定计算的平均值没有包含在预定范围内(步骤 S254 中的“否”),

则处理前进到步骤 S255。

[0297] 对于预定范围,使用大于通过对转换后的基准矩形块的平均值进行逆转换而获取的值 V、并小于作为转换前的基准矩形块的平均的平均值 M 的范围(图 5B 中以网状的状态表示的部分 248)。

[0298] 作为另选方案,对于预定范围,可以使用大于转换前的基准矩形块的平均值 M、并小于通过对转换后的基准矩形块的平均值进行逆转换而获取的值 V 的范围(图 5B 中以网状的状态表示的部分 249)。下面将详细描述图 5A 和 5B 所示的配置。

[0299] 在步骤 S255 中,矩形块对选择单元 64 将像素值具有超过预定范围的平均值的块确定为参考矩形块。将上述处理重复等于矩形块对的数量次数。

[0300] 如上所述,矩形块对选择单元 64 不仅仅选择在步骤 S252 中选择的参考矩形块。代替此,在步骤 S253 中,矩形块对选择单元 64 计算参考矩形块的平均值。此外,在步骤 S254 中,矩形块对选择单元 64 根据计算的平均值确定是否新选择参考矩形块。

[0301] 当使用像素时,不需要执行上述处理,但是当使用矩形块时,需要执行上述处理。下文中,将详细描述在使用矩形块的情况下需要执行图 12A 所示的处理的原因。

[0302] 下面将参照图 5A 和 5B 详细描述当矩形块包括多个像素时可能出现的问题。

[0303] 图 5A 具体例示了在应用包括多个像素的矩形块时可能出现的问题。参照图 5A,矩形块 241、242、243 以及 244 作为其元素各自包括像素。更具体地说,矩形块 241、242、243 以及 244 中的各个作为其要素包括 16(4×4) 个像素。在各元素中示出的值表示各像素的像素值。

[0304] 此外,矩形块 241 和 242 是转换前的矩形块。矩形块 243 和 244 是转换后的矩形块。将用作比较的基准的各个矩形块 241 和 243 中称为“基准矩形块”。另一方面,将作为比较目标矩形块的各个 242 和 244 称为“参考矩形块”。

[0305] 在图 5A 所示的示例中,矩形块 241 内的各像素值是“20”或者“140”。因此,矩形块 241 的像素值的平均值是“80”。另一方面,转换前的矩形块 242 的各像素值是“70”。因此,矩形块 242 的像素值的平均值是“70”。

[0306] 此处,在转换之前,基准矩形块 241 的平均值“80”大于参考矩形块 242 的平均值“70”。在本示例性实施例中,使用对应关系图 245 表示的对应关系来对像素值进行转换。在对应关系图 245 中,x 轴表示输入,y 轴表示输出。粗线表示转换定时。在对应关系图 245 中,可知输入值“20”被转换为输出值“71”。

[0307] 如果根据对应关系图 245 表示的对应关系来对矩形块 241 和 242 进行转换,则矩形块 241 内的像素值“20”和“140”被分别转换为值“71”和“189”。另一方面,矩形块 242 内的像素值“70”被转换为值“134”。

[0308] 矩形块 243 和 244 中的各个是转换后的矩形块。对于各转换后的矩形块的像素值的平均值,矩形块 243 的平均值是“130”,而矩形块 244 的平均值是“134”。

[0309] 由此,在转换之后,基准矩形块 243 的平均值(“130”)小于参考矩形块 244 的平均值(“134”)。由此,在转换定时前后,矩形块的平均值的大小关系被反转。

[0310] 如果转换前的参考矩形块的平均值小于转换前的基准矩形块的平均值(“80”)、并大于通过对转换后的基准矩形块的平均值(“130”)进行逆转换而计算的值(“66”),则可能发生反转。

[0311] 下面主要将参照图 5B 描述上述反转。参照图 5B, 图 246 对应于增大像素值的转换 (将颜色分量校正为更亮的转换)。图 247 对应于减小像素值的转换 (将颜色分量校正为更暗的转换)。

[0312] “I<sub>11</sub>”表示在转换前的基准矩形块中包含的像素值的最小值。“I<sub>12</sub>”表示在转换前的基准矩形块 242 中包含的像素值的最大值。“M<sub>1</sub>”表示转换前的基准矩形块的平均值。“V<sub>1</sub>”表示通过对转换后的基准矩形块的平均值进行逆转换而计算的值。

[0313] 此外, “I'<sub>11</sub>”表示在转换后的基准矩形块中包含的像素值的最小值。“I'<sub>12</sub>”表示在转换后的基准矩形块 242 中包含的像素值的最大值。“M'<sub>1</sub>”表示转换后的基准矩形块的平均值。“V'<sub>1</sub>”表示通过对转换前的参考矩形块的平均值进行逆转换而计算的值。

[0314] 当执行用图 246 表示的转换时, 如果基准矩形块的平均值和参考目标 (比较目标) 矩形块的平均值大于值 V<sub>1</sub> 并小于值 M<sub>1</sub>, 则在转换定时前后, 基准矩形块的平均值和参考矩形块的平均值发生反转。

[0315] 另一方面, 当执行用图 247 表示的转换时, 如果参考矩形块的平均值大于值 M<sub>1</sub> 并小于值 V<sub>1</sub>, 则在转换定时前后, 基准矩形块的平均值和参考矩形块的平均值发生反转。

[0316] 因此, 本示例性实施例不选择可能发生上述反转的块对。使用这种配置, 本示例性实施例能够保证经过图像再现处理的图像数据的真实性。

[0317] 如果在矩形块中包含的多个像素值的分布 (distribution) 高, 则可能发生上述反转。因此, 不需要对所有矩形块执行步骤 S252、S253 以及 S254 中的处理。也就是说, 还可以使用当在矩形块中包含的多个像素值的分布高时、执行步骤 S252、S253 以及 S254 中的处理。

[0318] 图 12B 例示了在这种情况下应用的本示例性实施例的变型例。图 12B 是例示根据本示例性实施例的变型例的矩形块对选择处理的示例性流程的流程图。

[0319] 在图 12B 所示的示例中, 对类似于图 12A 中的处理的处理提供相同的步骤号。除了步骤 S256 和 S257 之外, 图 12B 所示的处理与图 12A 所示的处理相同。

[0320] 参照图 12B, 在步骤 S256 中, 矩形块对选择单元 64 计算在步骤 S251 中选择的基准矩形块的像素值的分布。在步骤 S257 中, 矩形块对选择单元 64 确定分布是否等于或大于阈值。如果确定分布等于或大于阈值 (步骤 S257 中的“是”), 则处理前进到步骤 S252。另一方面, 如果确定分布小于阈值 (步骤 S257 中的“否”), 则处理前进到步骤 S255。

[0321] 如上面参照图 12B 所描述的, 矩形块对选择单元 64 仅对像素值的分布高的矩形块执行步骤 S252、S253 以及 S254 中的处理。因此, 与执行图 12A 所示的处理的情况相比, 矩形块对选择单元 64 能够更有效地选择矩形块对。

[0322] 图像输出单元 54 能够将关于在图 12A 和图 12B 所示的处理期间选择的矩形块对的信息 (例如坐标) 与图像数据 I 一起输出。

[0323] 在图 12A 和图 12B 所示的处理中, 在步骤 S251 中确定基准矩形块。此外, 在步骤 S254 中, 确定参考矩形块候选对象的平均值是否包含在预定范围内。然而, 本发明不局限于此。也就是说, 还可以使用在步骤 S251 中确定参考矩形块、而在步骤 S254 中确定基准矩形块的平均值是否包含在预定范围内。

[0324] 不管应用上述配置中的哪一个, 在步骤 S251 中确定在矩形块对中包含的矩形块中的一个, 并且另一个矩形块的平均值经过步骤 S254 中的确定。

[0325] 此处注意,在步骤 S254 中,如果预先确定了要执行转换 248 和 249 中的哪一个,则可以计算通过对转换后的基准矩形块的平均值进行逆转换而获取的值 V。另一方面,在步骤 S254 中,如果没有预先确定要执行的转换的类型,则无法计算通过对转换后的基准矩形块的平均值进行逆转换而获取的值 V。

[0326] 在本示例性实施例中,可以使用至少包含在上述范围内的平均值。因此,如果没有预先指定要执行的转换的类型,则可以使用至少包含在上述范围内的像素值。

[0327] 在这点上,如图 5B 所示,在基准矩形块中包含的像素值的最小值总是小于通过对至少转换后的基准矩形块的平均值进行逆转换而计算的值 V 和转换前的基准矩形块的平均值 M。

[0328] 类似地,基准矩形块中的像素值的最大值总是大于通过对至少转换后的基准矩形块的平均值进行逆转换而计算的值 V 和转换前的基准矩形块的平均值 M。

[0329] 因此,在这种情况下,对于在步骤 S254 中应用的范围,可以应用参考矩形块候选对象的平均值大于基准矩形块的像素值的最小值、并小于基准矩形块的像素值的最大值的范围。

[0330] 本发明可以通过上述示例性实施例来实施。如上所述,图像输入装置和图像验证装置是诸如通用 PC 的通用信息处理装置。在这种信息处理装置上运行的计算机程序能够实现上述图像输入装置和图像验证装置。因此,计算机程序包含在本发明的范围内。

[0331] 此外,通常,计算机程序存储在诸如 CD-ROM 的计算机可读存储介质上。计算机程序可以通过将存储有计算机程序的存储介质设置在计算机的驱动器上、并且将计算机程序复制并安装在系统上来执行。因此,计算机可读存储介质能够实现本发明的方面。

[0332] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明不局限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽泛的解释,以使其涵盖所有变型、等同结构和功能。

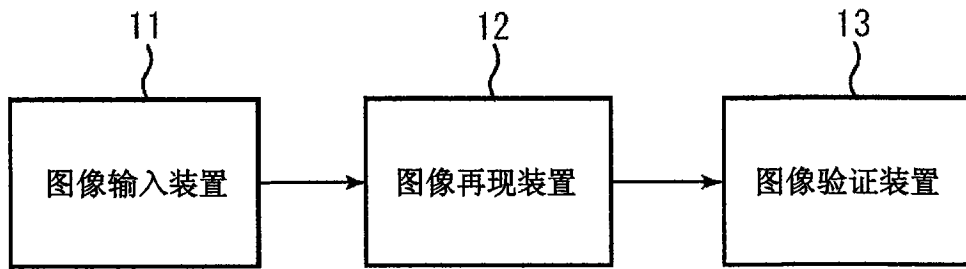


图 1A

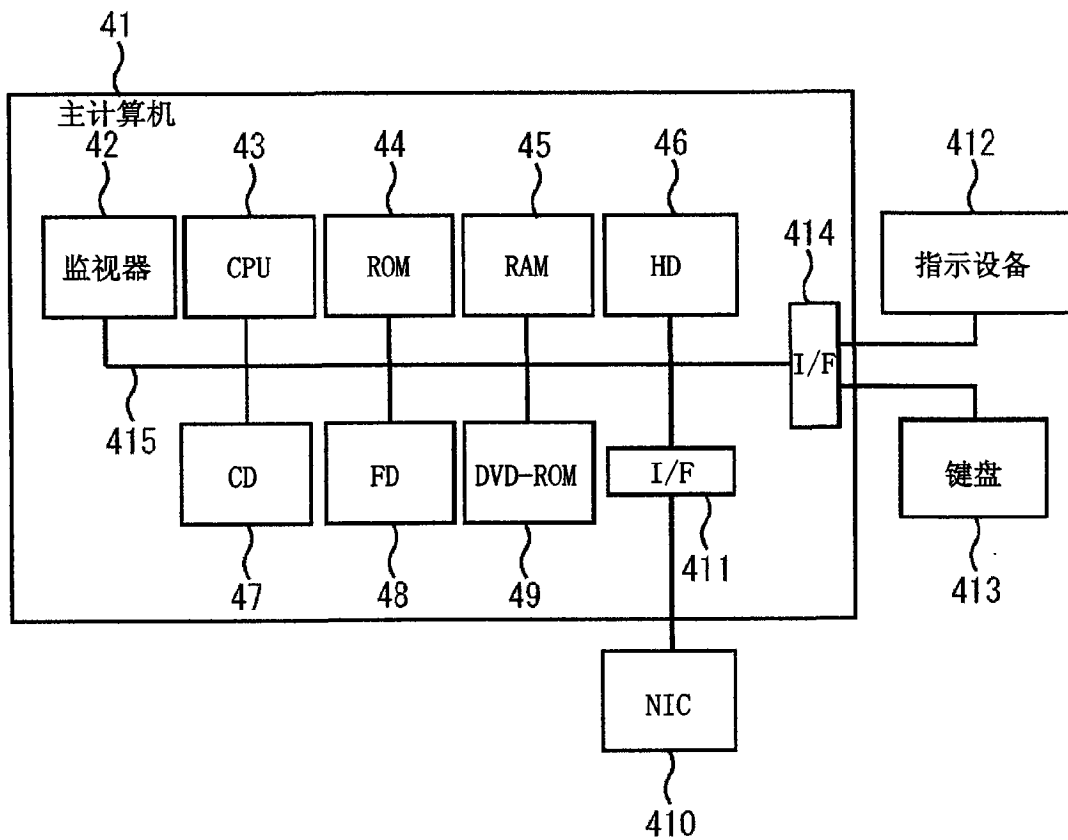


图 1B

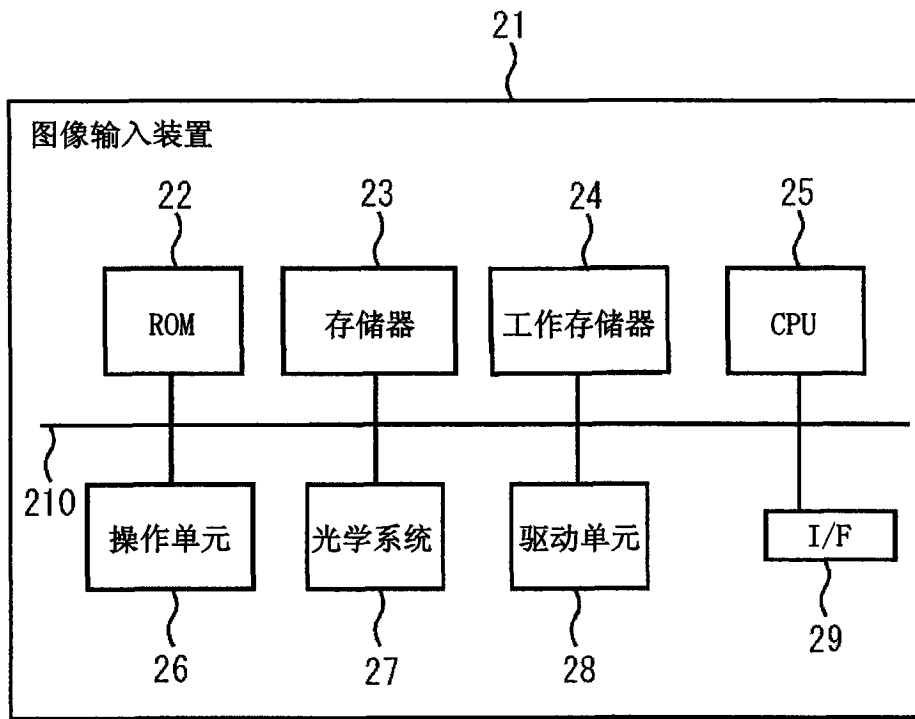


图 2A

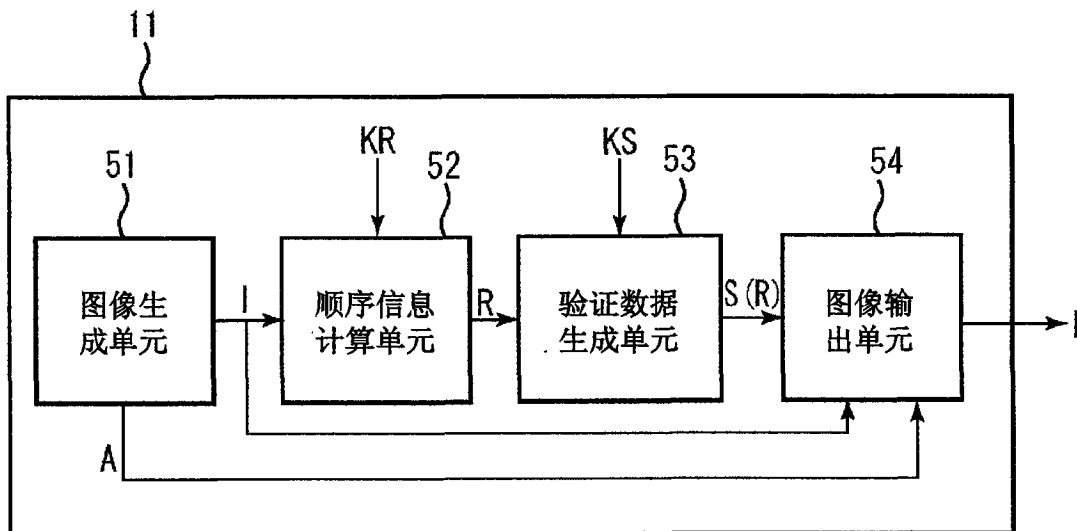


图 2B

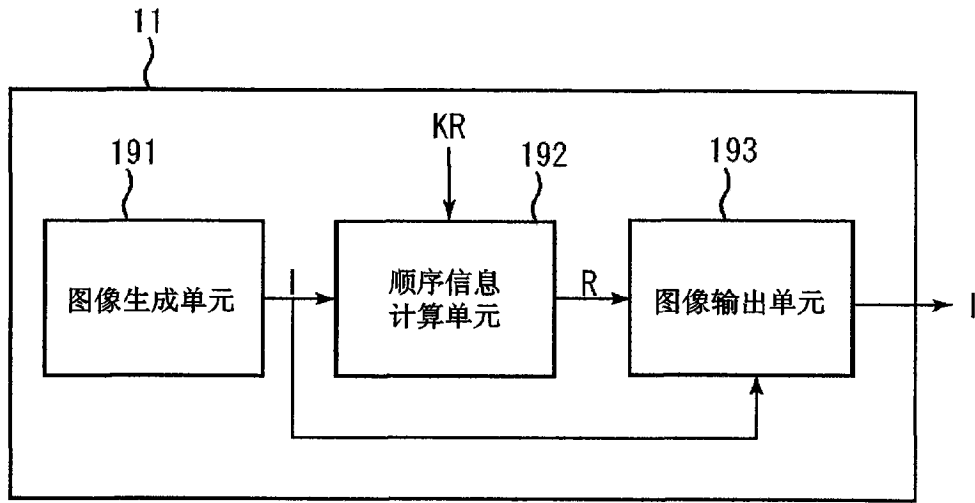


图 3A

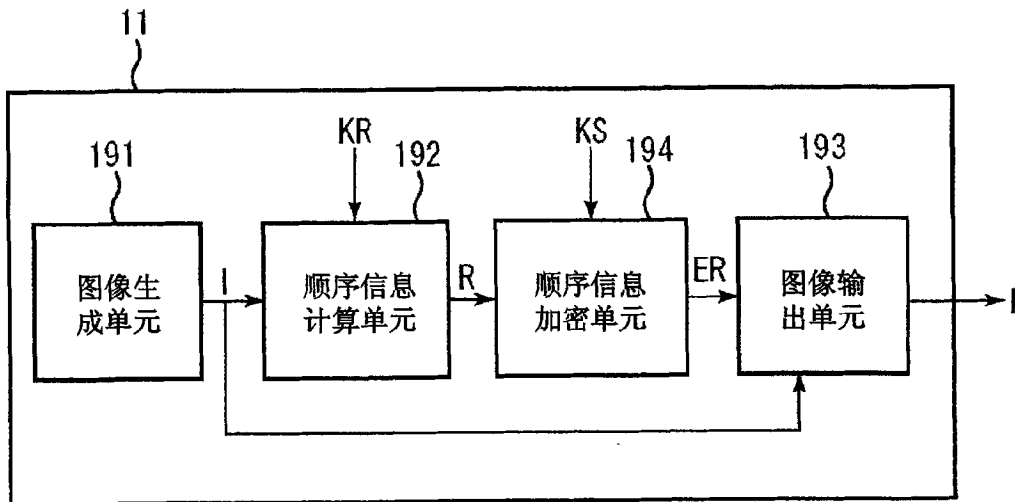


图 3B

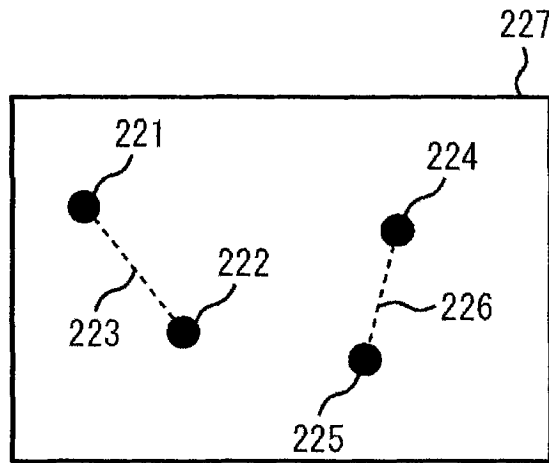


图 4A

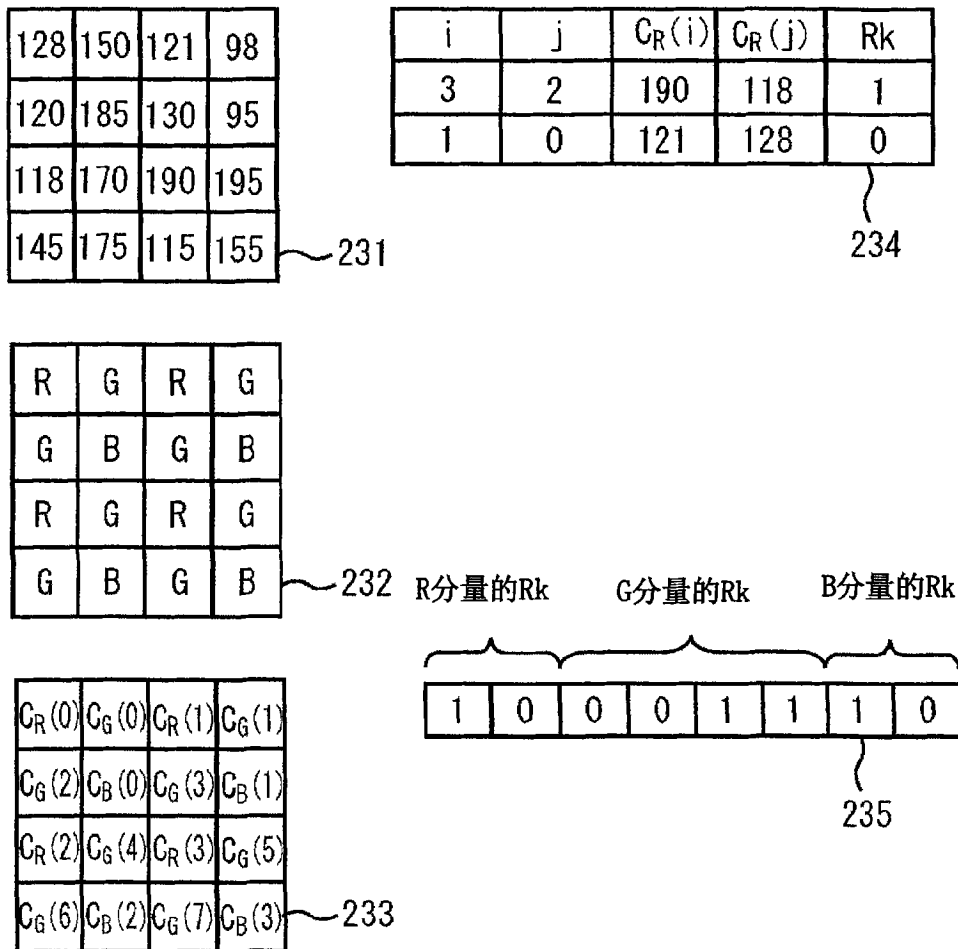


图 4B

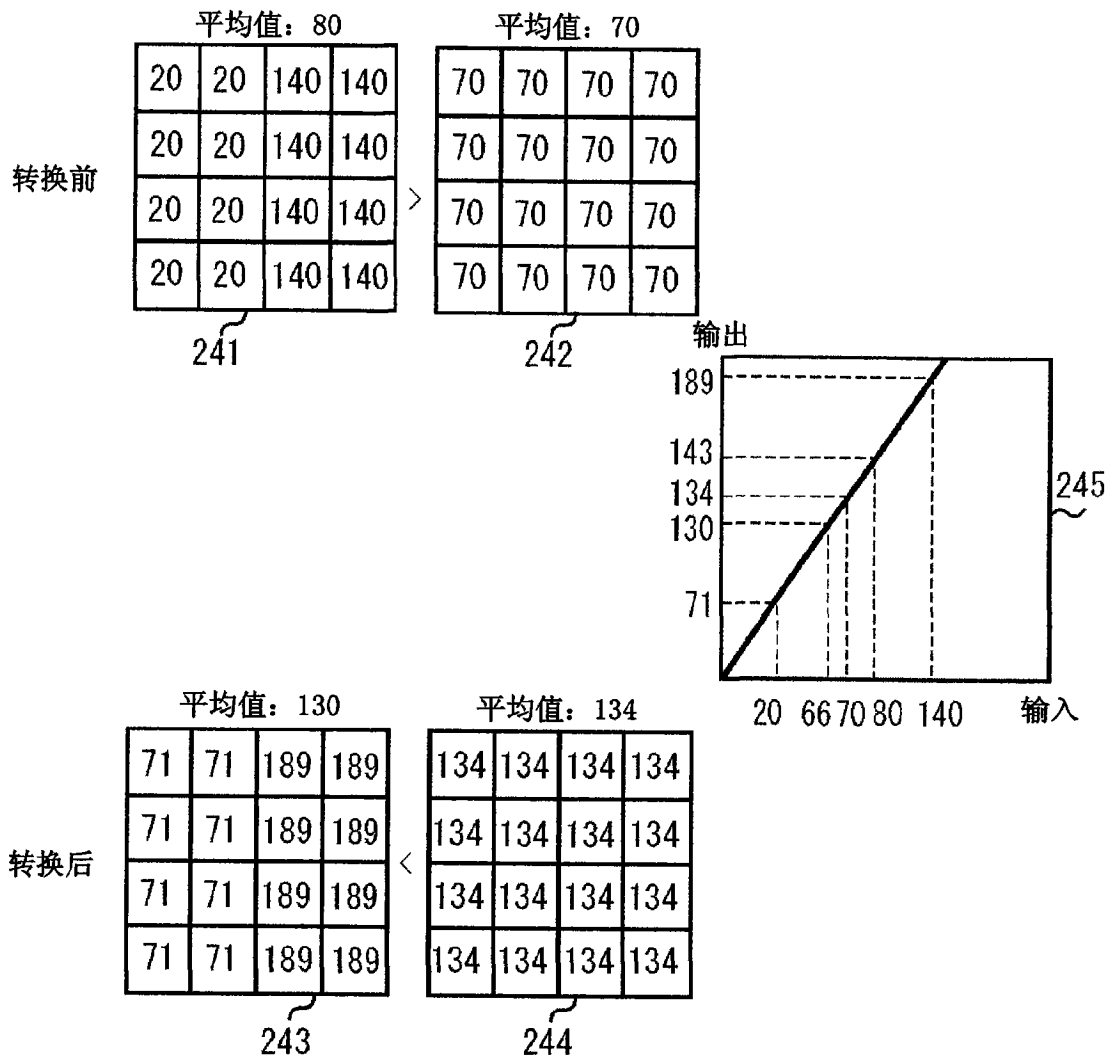


图 5A

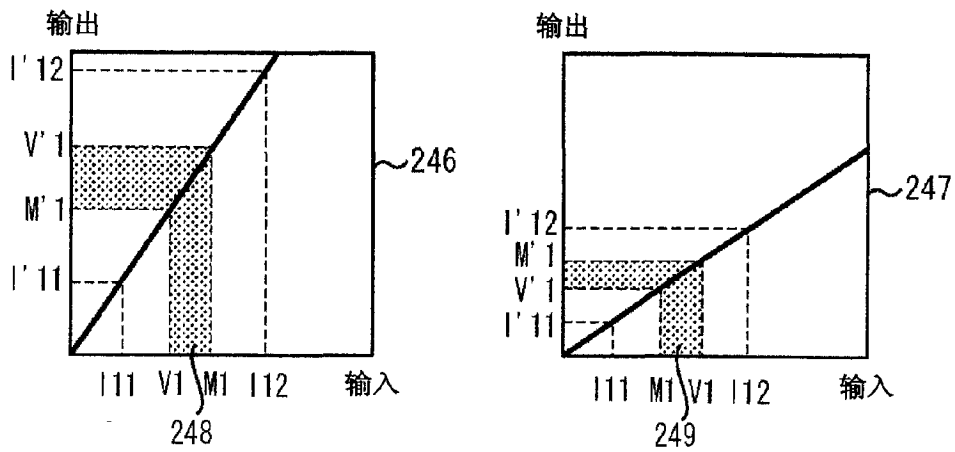


图 5B

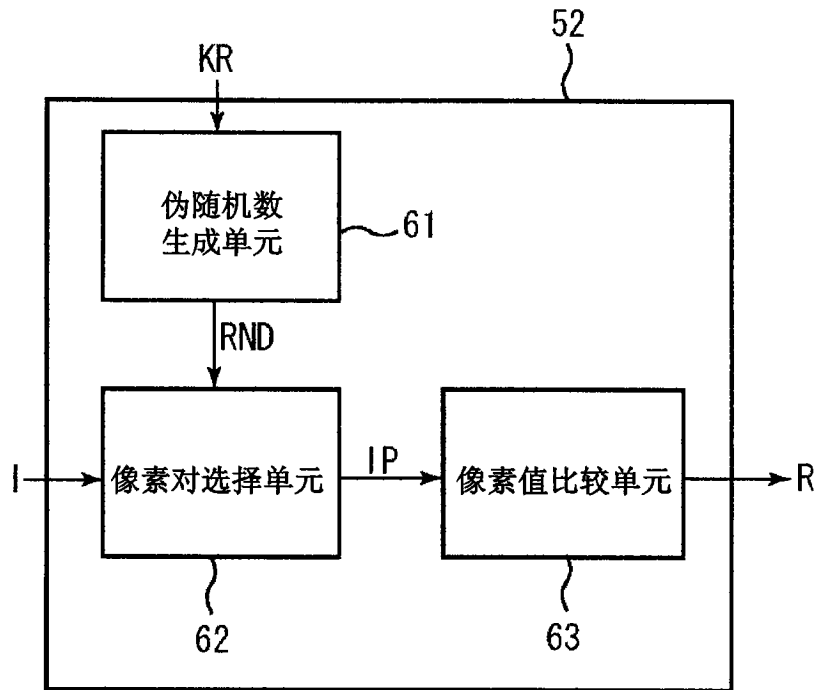


图 6A

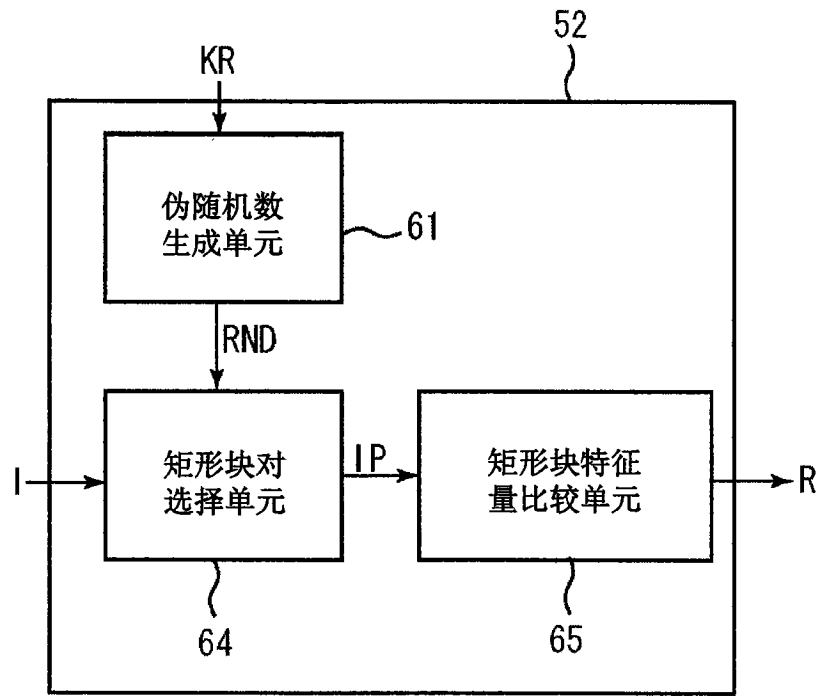


图 6B

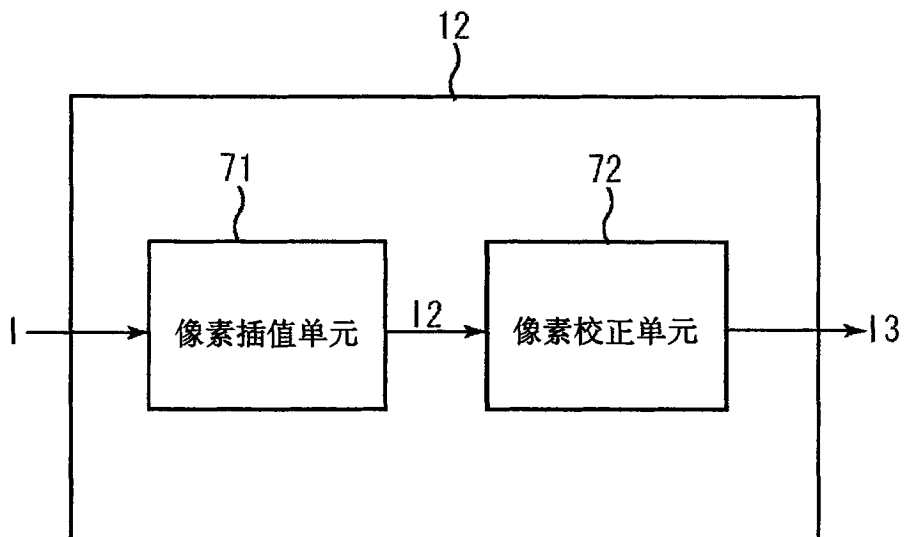


图 7

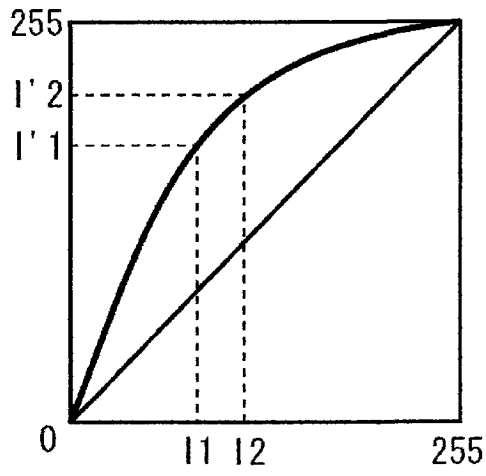


图 8A

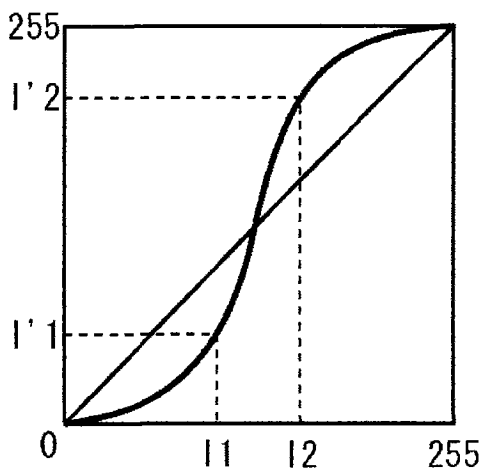


图 8B

R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G
R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G
R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G
R	G	R	G	R	G	R

图 9A

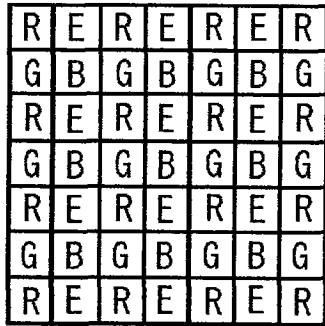


图 9B

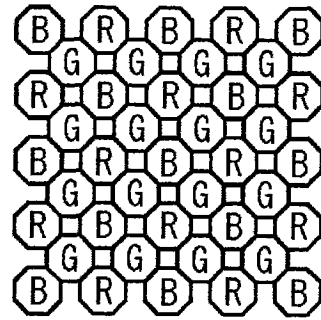


图 9C

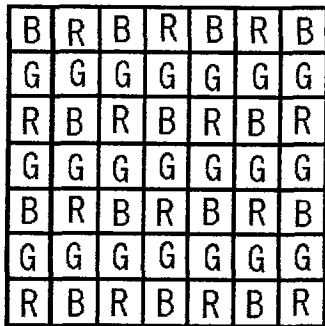


图 9D

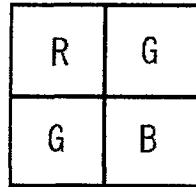


图 9E

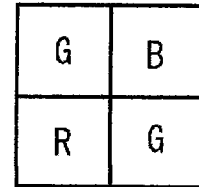


图 9F

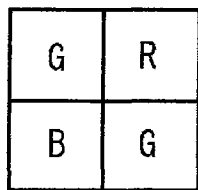


图 9G

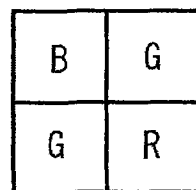


图 9H

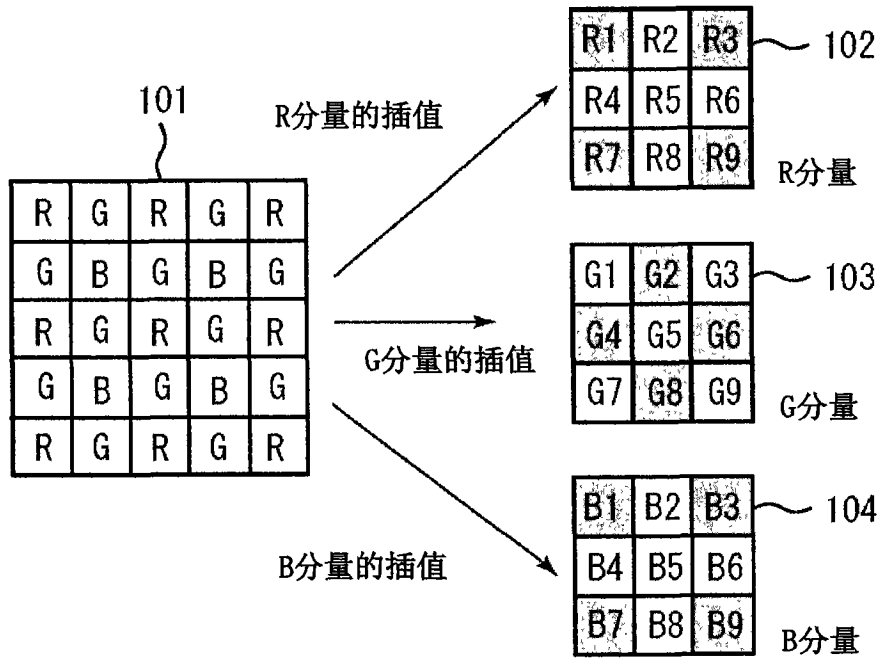


图 10A

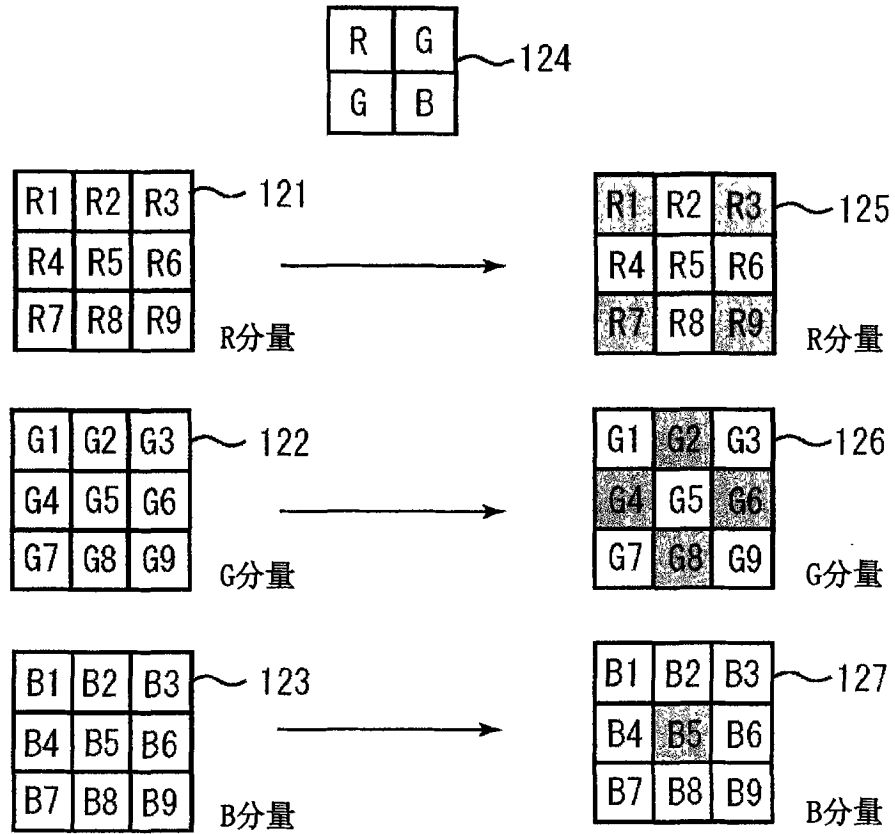


图 10B

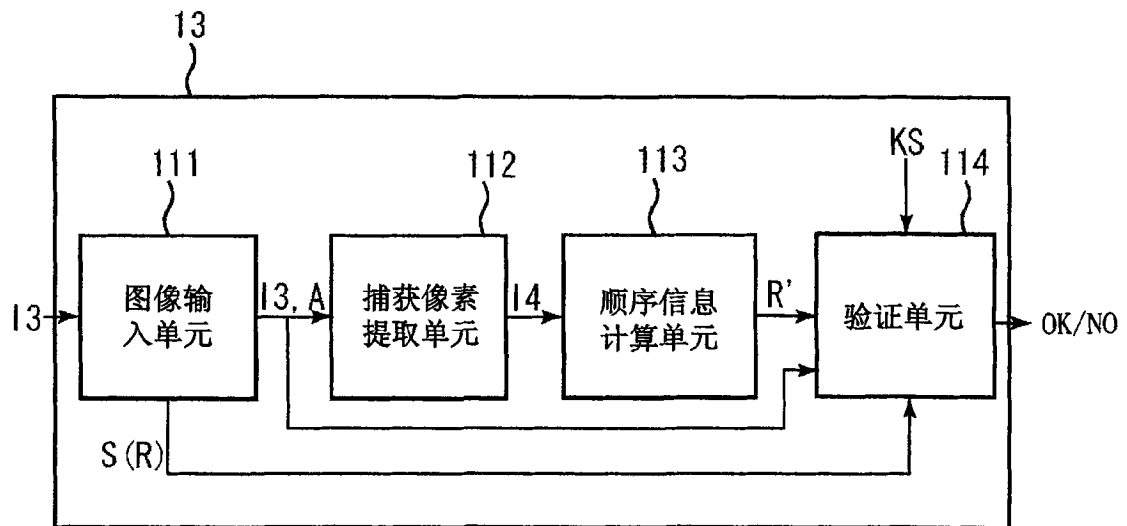


图 11A

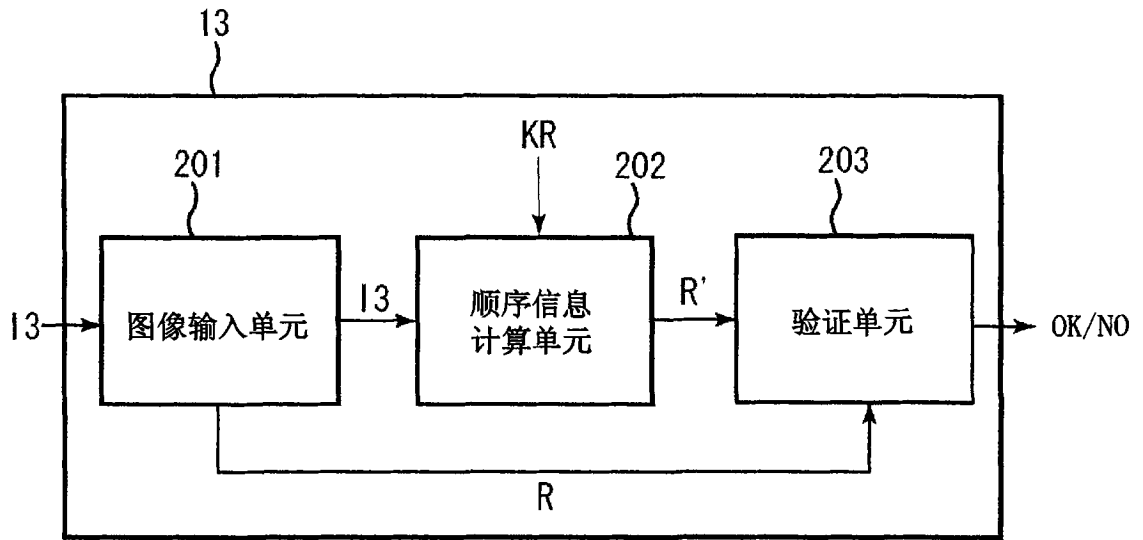


图 11B

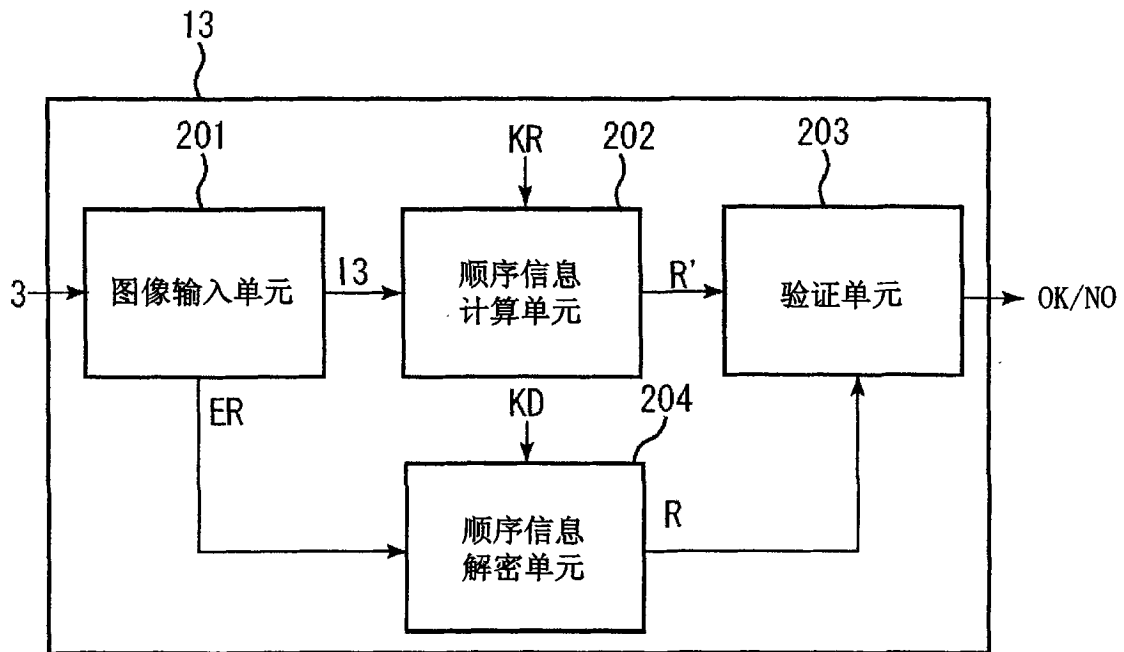


图 11C

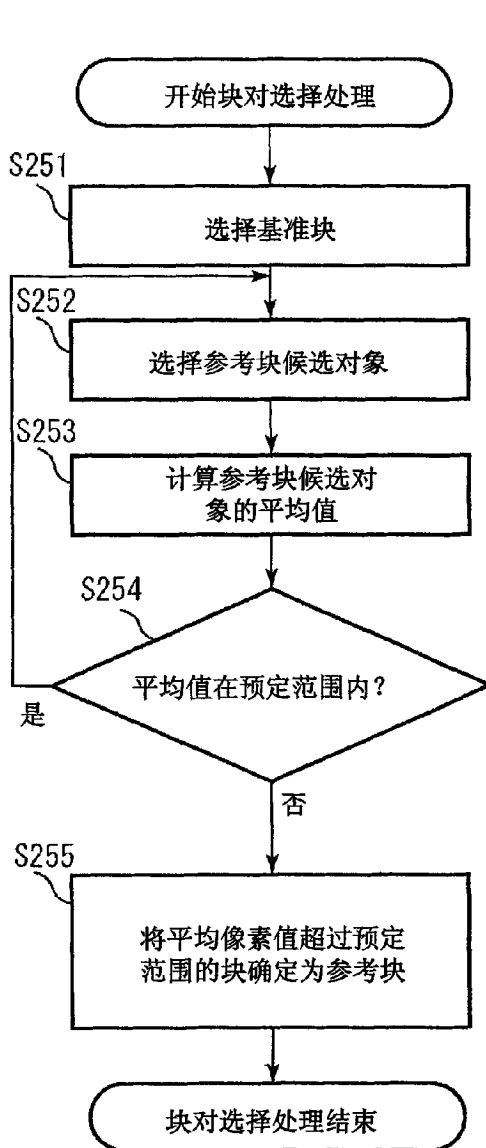


图12A

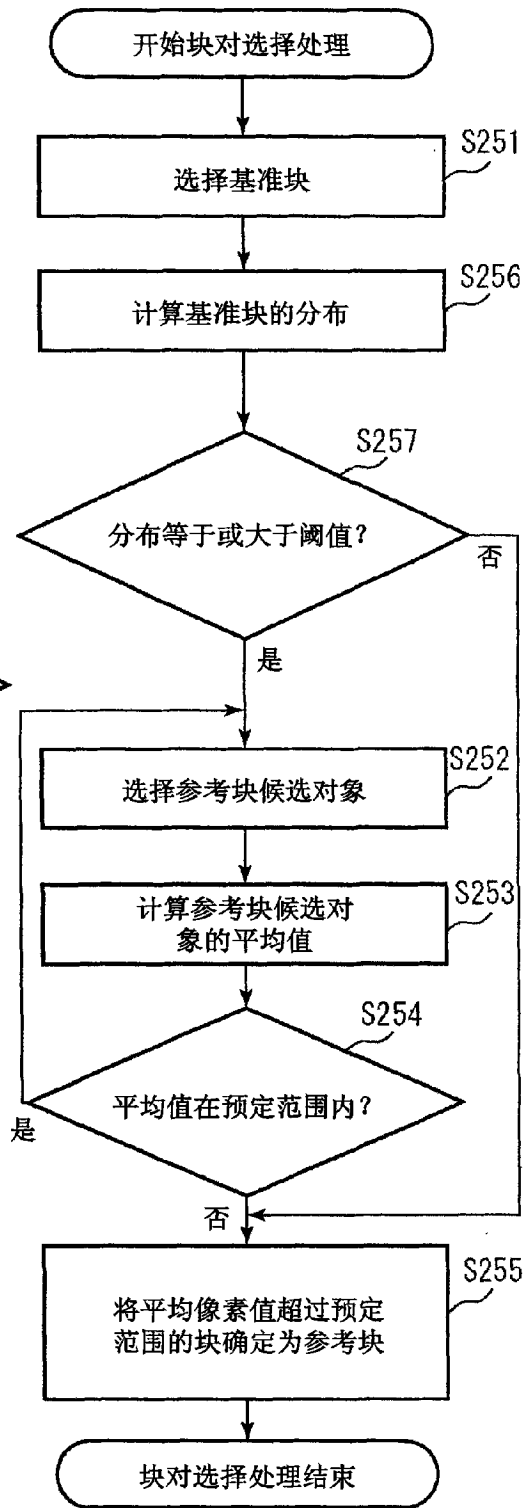


图12B

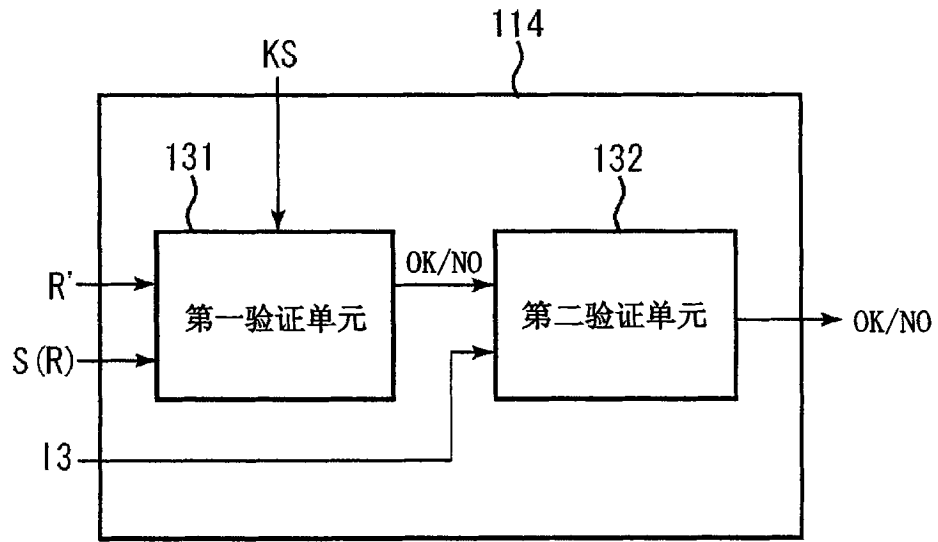


图 13A

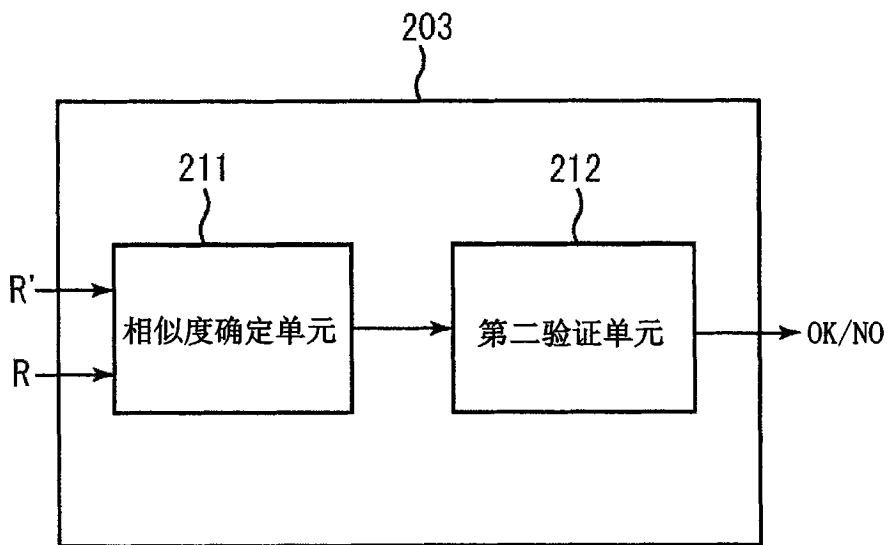


图 13B

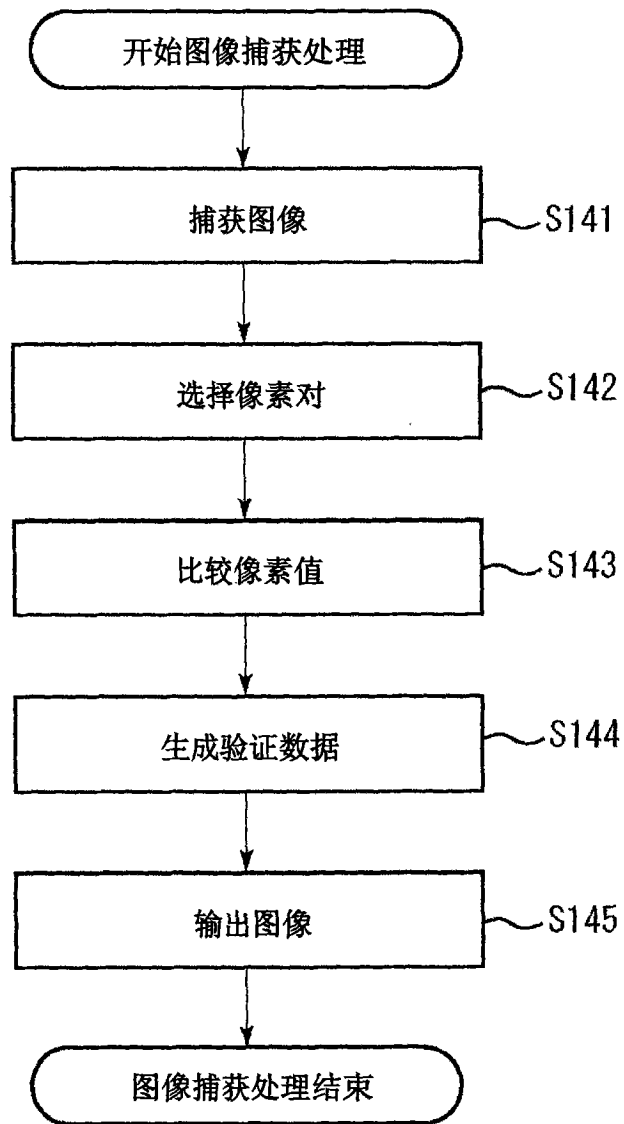


图 14

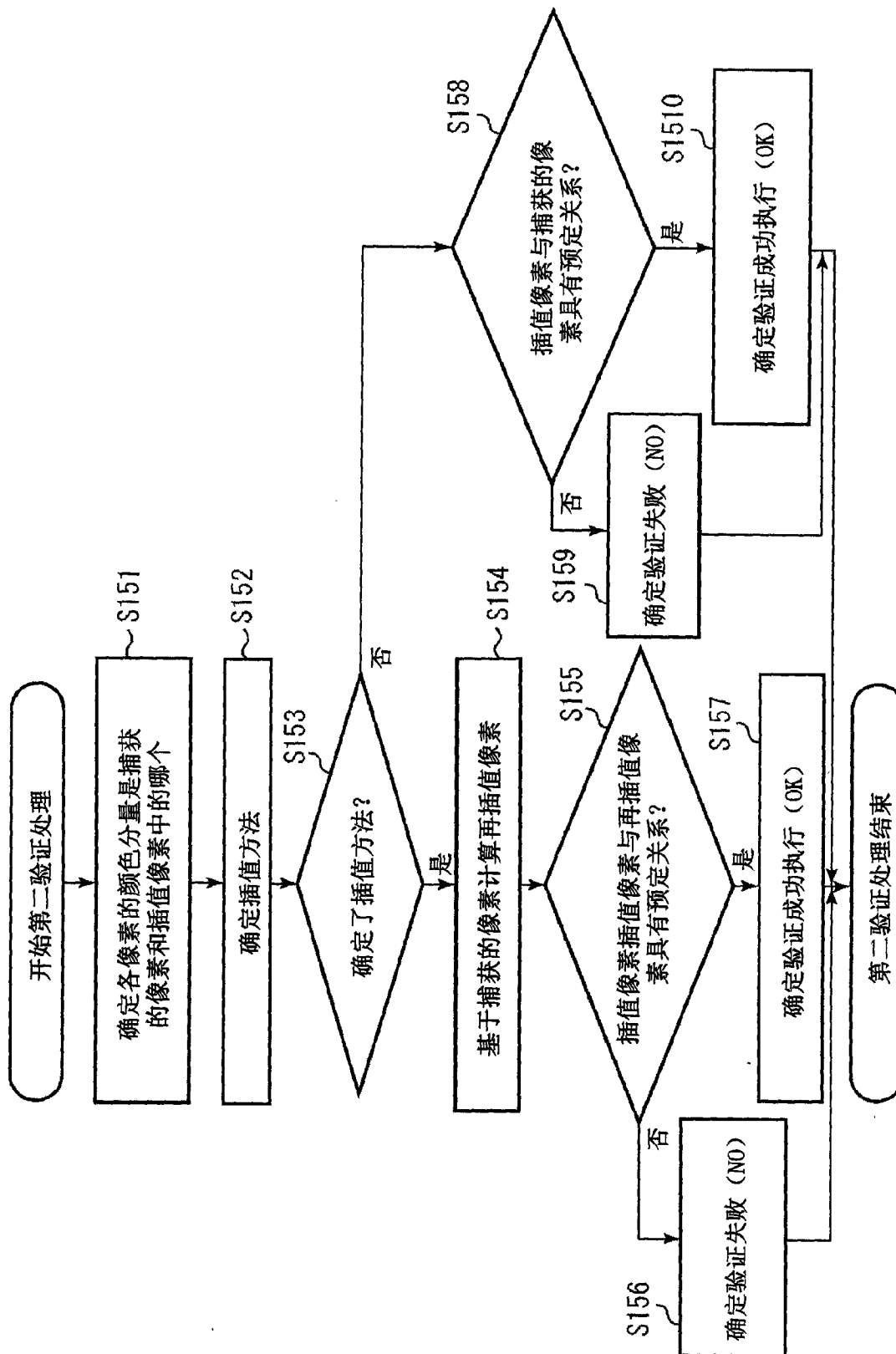


图 15

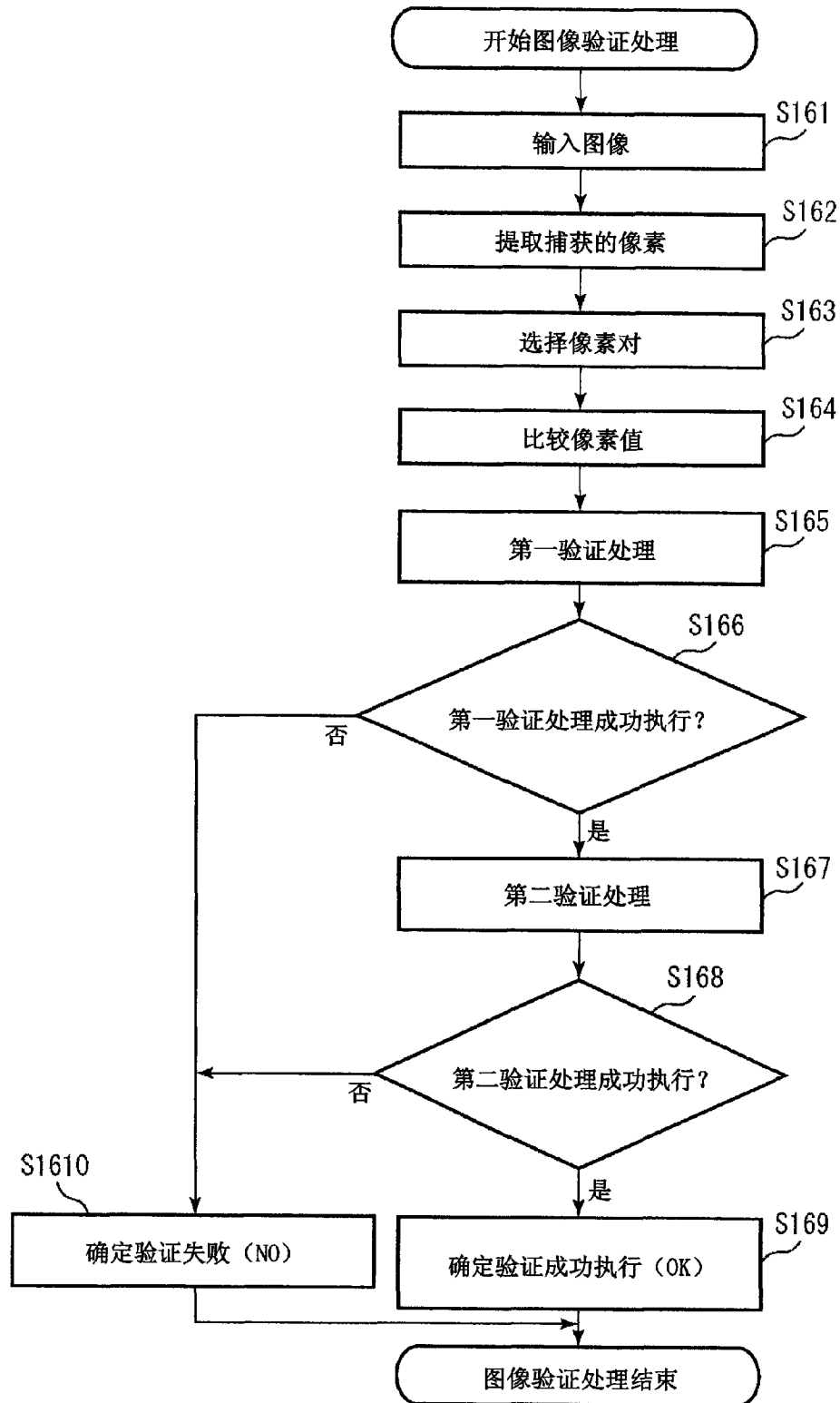


图 16

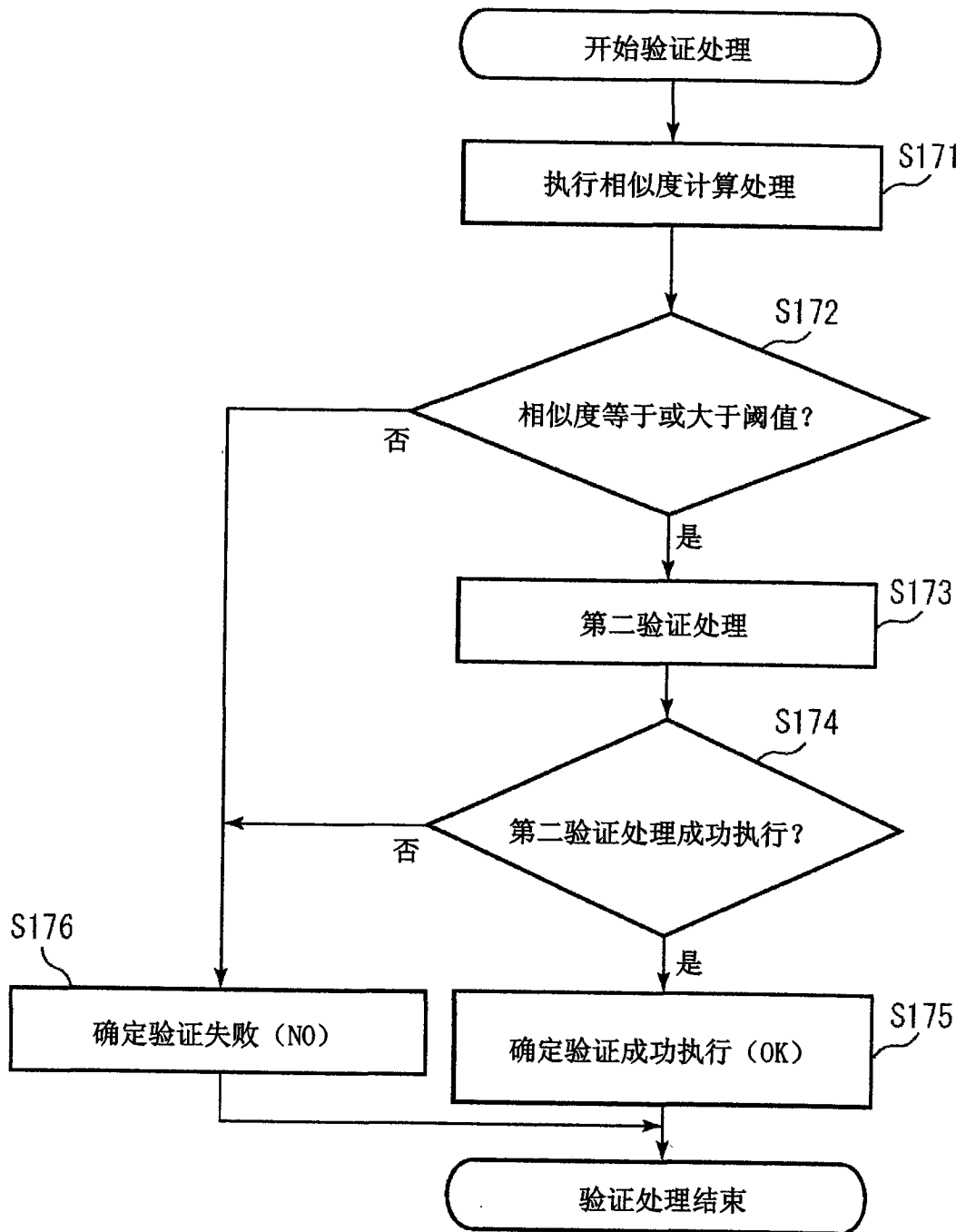


图 17

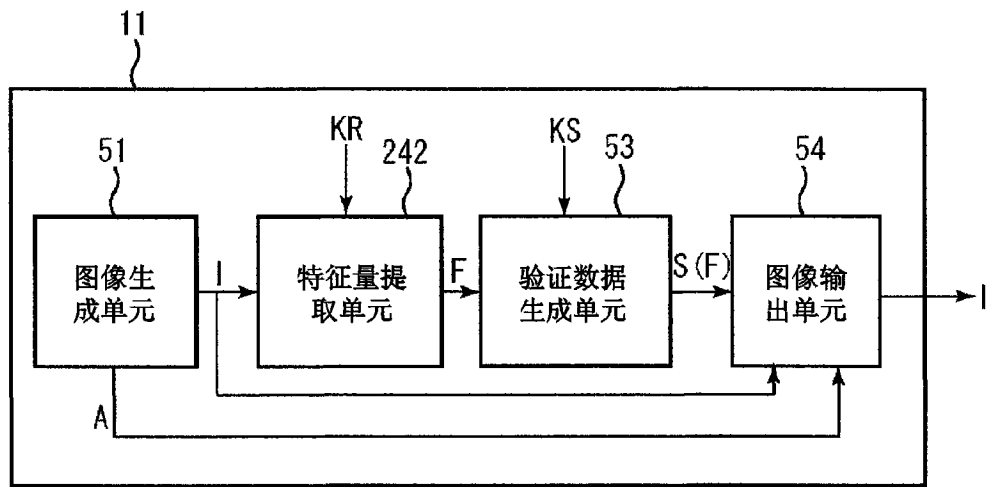


图 18A

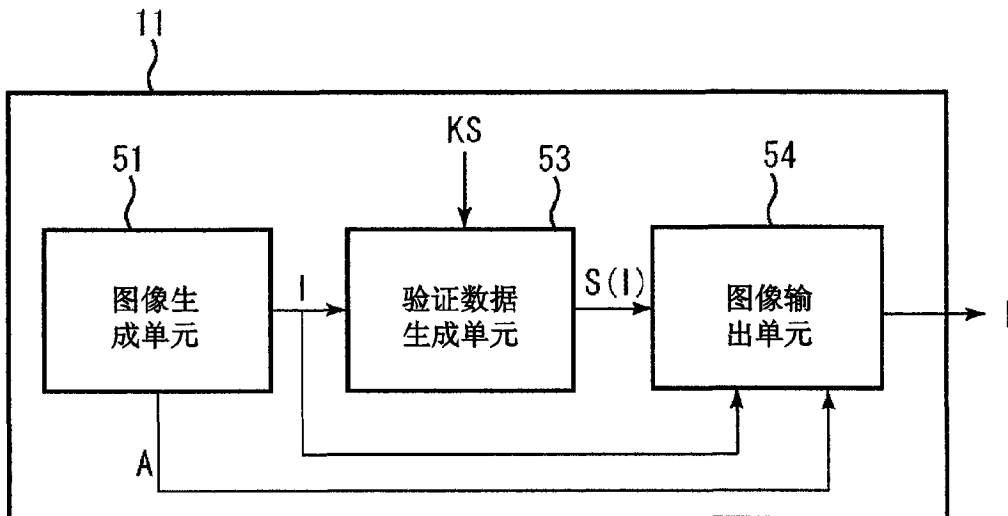


图 18B

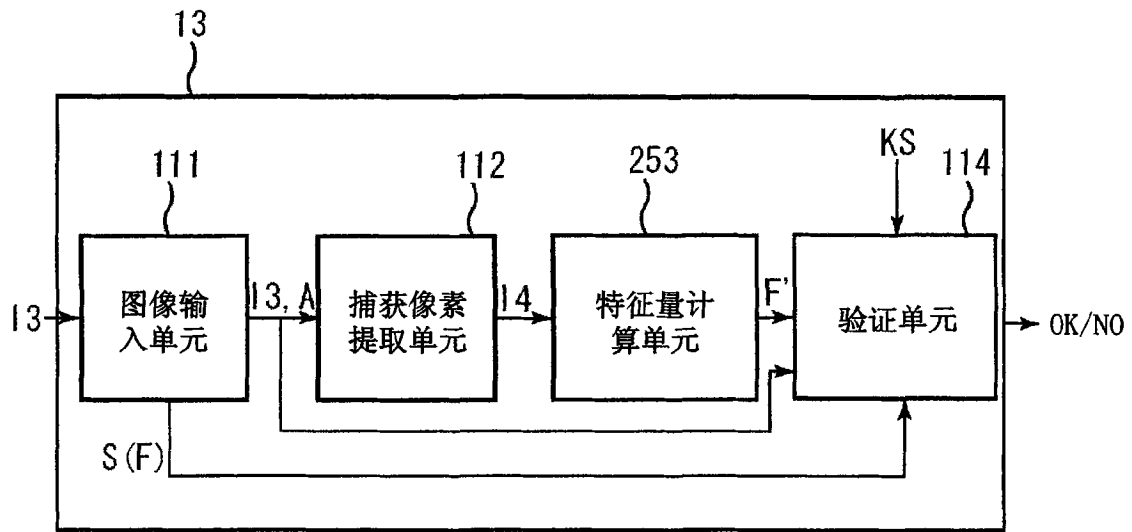


图 19A

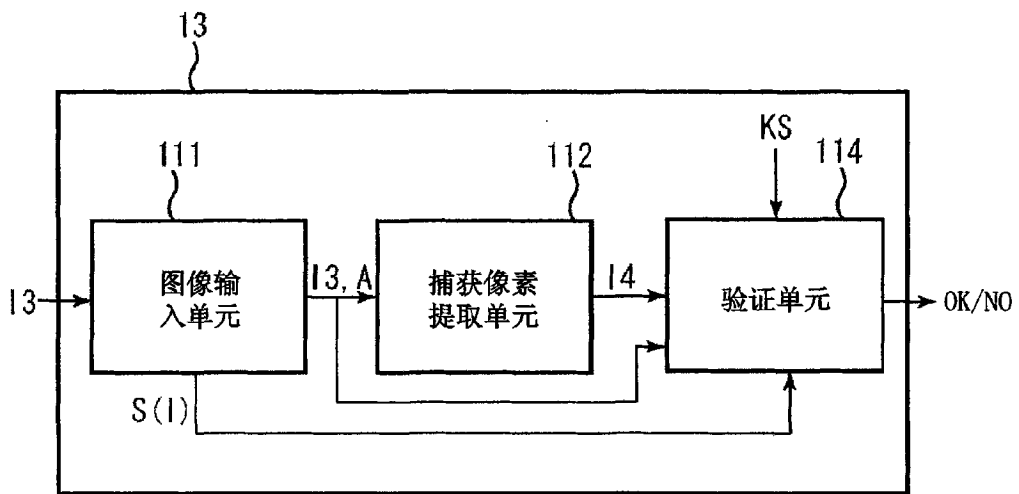


图 19B