

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 18 日 (18.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/119650 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/124091

(22) 国际申请日: 2019 年 12 月 9 日 (09.12.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811531852.8 2018 年 12 月 14 日 (14.12.2018) CN

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 沈志娟 (SHEN, Zhijuan); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong

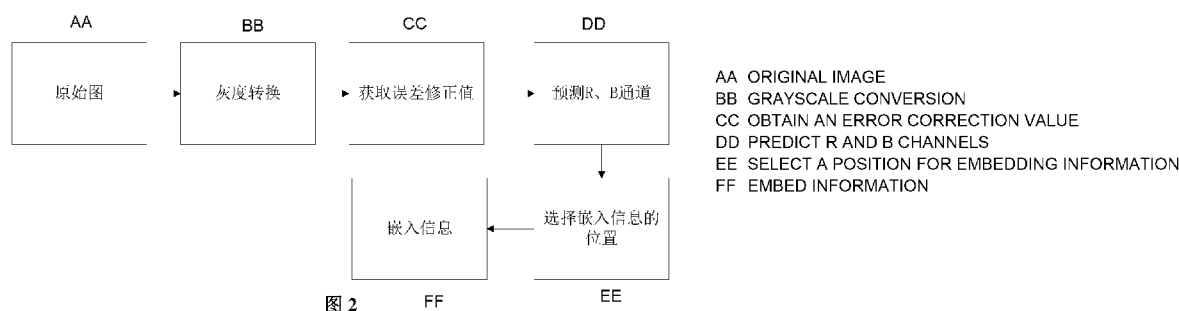
518055 (CN)。程俊 (CHENG, Jun); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。胡希平 (HU, Xiping); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。王磊 (WANG, Lei); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京市诚辉律师事务所 (BEIJING CHENGHUI LAW FIRM); 中国北京市朝阳区朝阳北路 99 号楼 2 单元 905, Beijing 100123 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: REVERSIBLE WATERMARKING METHOD

(54) 发明名称: 一种可逆水印方法



(57) Abstract: With regard to the problem of cover image distortion after a watermark is embedded and the problem that an image obtained after the grayscale conversion of an original image may be considered as a noisy image and cannot be used, a reversible watermarking method is provided. The method comprises the following steps: step 1, preprocessing an image and converting the color image to a grayscale image; step 2, embedding information into first and second channels of the color image; and step 3, adjusting, by means of a third channel, the offset of the first channel and the second channel with the information embedded therein. The invention can reduce the image distortion after information is embedded, and keep the grayscale value of the image unchanged, thereby facilitating subsequent color image processing, such as making reading materials for color-blind people.

(57) 摘要: 针对嵌入水印后掩体失真, 以及对原始图像进行灰度转换后得到图像可能会被认为是噪声图像而不能使用的问题, 提供了一种可逆水印方法, 所述方法包括如下步骤: 步骤 1: 对图像进行预处理, 将彩色图像转换为灰度图像; 步骤 2: 嵌入信息至彩色图像的第一通道和第二通道中; 步骤 3: 通过第三通道调整嵌入信息后的第一通道和第二通道的偏移量。可以实现嵌入信息后图像失真度降低, 并且图像的灰度值不变, 用于后续彩色图像的处理, 如为色盲人士制作阅读材料。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区
保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

一种可逆水印方法

技术领域

本申请属于图像处理技术领域，特别是涉及一种可逆水印方法。

背景技术

近年来，随着互联网技术的快速发展，手机，电脑等数字设备的普及，数字多媒体包括图像、文本、视频、音频等作为信息的载体逐渐被大众认知和接受。但与此同时，这些多媒体信息却很容易被非法者恶意篡改、复制和传播，严重损害产权所有者的利益，此外版权保护和信息安全也越来越被重视。传统的加密技术是在发送方传输数据的过程中保护内容，但数据被接收、解密之后，数据非常有可能被非法复制与篡改。针对传统密码学的版权保护和信息安全中存在的不足，信息隐藏技术应运而生。可逆水印是信息隐藏的一个重要方法。可逆水印是指水印被提取后，嵌入载体可以完整恢复的一类特殊水印。相对于传统水印，可逆水印对嵌入载体的无损恢复有着更为严格的要求，一般用于重要图像的无失真保护，在军事图像、医学图像上有着重要的应用价值。

目前可逆水印的方法大多是基于灰度图像实现的。而目前彩色图像已经成为主流，基于灰度图像的可逆水印已经无法满足人们需求。现有的彩色图像嵌入是通过建立尖锐的预测误差直方图来增加嵌入容量，降低总的失真度。但是这些方法还是会使嵌入水印后的掩体失真。对原始图像进行灰度转换后得到图像可能会被认为是噪声图像，而不能使用。

发明内容

1.要解决的技术问题

基于目前可逆水印的方法大多是基于灰度图像实现的。而目前彩色图像已经成为主流，基于灰度图像的可逆水印已经无法满足人们需求。现有的彩色图像嵌入是通过建立尖锐的预测误差直方图来增加嵌入容量，降低总的失真度。但是这些方法还是会使嵌入水印后的掩体失真。对原始图像进行灰度转换后得到图像可能会被认为是噪声图像，而不能使用的问题，本申请提供了一种可逆水印方法。

2.技术方案

为了达到上述的目的，本申请提供了一种可逆水印方法，所述方法包括如下步骤：

步骤 1：对图像进行预处理，将彩色图像转换为灰度图像；

步骤 2：嵌入信息至彩色图像的第一通道和第二通道中；

步骤 3：通过第三通道调整嵌入信息后的第一通道和第二通道的偏移量。

可选地，所述步骤 2 包括如下步骤：

步骤 201：获取误差修正值；

步骤 202：预测第一通道像素值和误差，预测第二通道像素值和误差；

步骤 203：选择嵌入信息的位置并嵌入信息。

可选地，所述步骤 202 中预测方法包括梯度调节预测或者中值边缘检测。

可选地，所述步骤 203 中的位置为灰度图像中局部方差小于标准方差的位置。

可选地，所述步骤 2 中嵌入水印信息至红色通道，嵌入误差修正值至蓝色通道。

可选地，所述嵌入水印信息基于光栅扫描顺序嵌入至红色通道。

可选地，还包括嵌入辅助信息，所述辅助信息嵌入到蓝色通道的最低有效位，所述辅助信息包括局部方差的判断阈值和水印信息的长度。

可选地，所述步骤 3 通过绿色通道调整嵌入信息后的红色通道和蓝色通道的偏移量。

可选地，所述方法还包括如下步骤：

步骤 4：提取经步骤 3 处理的第二通道的辅助信息；

步骤 5：提取第二通道的辅助信息后确定第一通道嵌入水印信息的位置；

步骤 6：提取嵌入水印信息；

步骤 7：提取嵌入信息后恢复第三通道；

步骤 8：重复步骤 6 和步骤 7 得到嵌入的水印信息和载体。

可选地，所述步骤 6 中提取嵌入水印信息基于逆光栅顺序并根据梯度调节预测方法。

3.有益效果

与现有技术相比，本申请提供的一种可逆水印方法的有益效果在于：

本申请提供的可逆水印方法针对彩色图像，提出了一种可逆水印方法，首先将彩色图像转换为灰度图像；其次，嵌入信息到彩色图像 (R、G、B) 的红色和蓝色通道中；最后，通过绿色通道调整嵌入信息后的红、蓝两个通道的偏移量，这样就可以实现嵌入信息后图像失真度降低，并且图像的灰度值不变，用于后续彩色图像的处理，如为色盲人士制作阅读材料。

附图说明

图 1 是本申请的基于梯度调节预测方法预测像素值示意图；

图 2 是本申请的可逆水印方法中嵌入水印信息过程原理示意图；

图 3 是本申请的可逆水印方法中提取水印信息过程原理示意图。

具体实施方式

在下文中，将参考附图对本申请的具体实施例进行详细地描述，依照这些详细的描述，所属领域技术人员能够清楚地理解本申请，并能够实施本申请。在不违背本申请原理的情况下，各个不同的实施例中的特征可以进行组合以获得新的实施方式，或者替代某些实施例中的某些特征，获得其它优选的实施方式。

利用拜耳色彩滤波阵列方法实现彩色图像像素值的预测，所提出的算法利用谱空间相关性来实现色差域中的小预测误差以嵌入隐藏数据。由于这种预测误差倾向于遵循方差相对较小的拉普拉斯分布，因此所提出的算法实现了高嵌入容量和良好的定位图质量。

参见图 1~3，本申请提供一种可逆水印方法，所述方法包括如下步骤：

步骤 1：对图像进行预处理，将彩色图像转换为灰度图像；

步骤 2：嵌入信息至彩色图像的第一通道和第二通道中；

步骤 3：通过第三通道调整嵌入信息后的第一通道和第二通道的偏移量。

本申请中的第一通道、第二通道和第三通道，表示红色通道、蓝色通道和绿色通道，也就是说第一通道、第二通道和第三通道在颜色上是有所区别的。本申请中第一通道选择了红色通道，第二通道选择了蓝色通道，第三通道选择了绿色通道，当然，其他的组合也是可行的，只是本申请的选择方式结果更好。本申请中红色通道简称为 R 通道，蓝色通道简称为 B 通道，绿色通道简称为 G 通道。

灰度转换

读取原始图像 $I = \{r, g, b\}$ ，针对原始图像进行灰度转换，将其转变为灰度图 $v = f_v(r, g, b)$ ，这里采用经典的灰度图转换算法：

$$f_v(r, g, b) = [0.299r + 0.587g + 0.114b] \quad (1)$$

其中， r ， g ， b 分别表示 R，G，B 通道的像素值。

可选地，所述步骤 2 包括如下步骤：

步骤 201：获取误差修正值；

步骤 202：预测第一通道像素值和误差，预测第二通道像素值和误差；

步骤 203：选择嵌入信息的位置并嵌入信息。

可选地，所述步骤 202 中预测方法包括梯度调节预测或者中值边缘检测。

可选地，所述步骤 203 中的位置为灰度图像中局部方差小于标准方差的位置。

可选地，所述步骤 2 中嵌入水印信息至红色通道，嵌入误差修正值至蓝色通道。

可选地，所述嵌入水印信息基于光栅扫描顺序嵌入至红色通道。

获取误差修正值

本申请是嵌入信息到 R、B 通道，然后通过 G 通道调整偏移量，保持整幅图像灰度值不变。

在水印信息提取过程中，G 通道的像素值 $g_{i,j}^c$ 获取是通过如下方法得到

$$g_{i,j}^c = f_g(r_{i,j}, b_{i,j}, v_{i,j}) = \lfloor (v_{i,j} - 0.299r_{i,j} - 0.114b_{i,j})/0.587 \rfloor \quad (2)$$

由于上述函数取整的关系，造成实际的像素值 $g_{i,j}$ 和 $g_{i,j}^c$ 有误差，误差一般为 1 或者 0。为了保证水印信息的嵌入和提取过程是可逆的，定义修正误差 $m_{i,j}^c$ 为

$$m_{i,j}^c = |g_{i,j} - f_g(r_{i,j}, b_{i,j}, v_{i,j})| \quad (3)$$

基于 GAP 方法预测 R、B 通道

基于 GAP 预测 R 通道中位于 $\{ij\}$ 位置的像素值 $r_{i,j}$ ：

$$\hat{r}_{i,j} = \begin{cases} r_{i,j+1} & \Delta > 80 \\ \frac{(r_{i,j+1} + a)}{2} & \Delta \in (32, 80] \\ \frac{(r_{i,j+1} + 3a)}{4} & \Delta \in (8, 32] \\ a & \Delta \in [-8, 8] \\ \frac{(r_{i+1,j} + 3a)}{4} & \Delta \in [-32, -8) \\ \frac{(r_{i+1,j} + a)}{2} & \Delta \in [-80, -32) \\ r_{i+1,j} & \Delta < -80 \end{cases}$$

其中， $\Delta_v = |r_{i,j+1} - r_{i+1,j+1}| + |r_{i+1,j-1} - r_{i+2,j-1}| + |r_{i+1,j} - r_{i+2,j}|$ ，

$\Delta_H = |r_{i,j+1} - r_{i,j+2}| + |r_{i+1,j-1} - r_{i+1,j}| + |r_{i+1,j} - r_{i+1,j+1}|$

$$a = \frac{r_{i,j+1} + r_{i+1,j}}{2} + \frac{r_{i+1,j-1} - r_{i+1,j+1}}{4}$$

$$\Delta = \Delta_v - \Delta_H$$

预测误差 $e_{i,j}^R = r_{i,j} - \hat{r}_{i,j}$ ；

同理得到 B 通道的预测值 $\hat{b}_{i,j}$ 和预测误差 $e_{i,j}^B$ 。

选择位置嵌入信息

一般误差小的位置，嵌入信息后失真度小。而误差小的位置，一般它的局部方差小。为

了能够很好的选择出彩色图像的局部方差小的位置，基于灰度图像选择图像中具有较小局部方差的位置。局部方差 $\rho_{i,j}$ 的计算方法如下所示：

$$\rho_{i,j} = \frac{\Delta v_{i-1,j}^2 + \Delta v_{i,j-1}^2 + \Delta v_{i,j}^2 + \Delta v_{i+1,j}^2 + \Delta v_{i,j+1}^2}{4} \quad (4)$$

其中， $\Delta v_{i-1,j} = v_{i-1,j} - \bar{v}_{i,j}$ ； $\Delta v_{i,j-1} = v_{i,j-1} - \bar{v}_{i,j}$ ； $\Delta v_{i,j} = v_{i,j} - \bar{v}_{i,j}$ ； $\Delta v_{i+1,j} = v_{i+1,j} - \bar{v}_{i,j}$ ； $\Delta v_{i,j+1} = v_{i,j+1} - \bar{v}_{i,j}$ ； $\bar{v}_{i,j} = (v_{i-1,j} + v_{i,j-1} + v_{i,j} + v_{i+1,j} + v_{i,j+1})/5$ 。

当 $\rho_{i,j} < \rho_T$ 时，则该位置可用于嵌入像素。

根据以往经验，设定 $\rho_T = 2$ 。

嵌入水印信息和误差修正值

本申请是保证图像嵌入信息后得到的图像灰度值保持不变，因此本申请基于光栅（raster order）扫描顺序在 R 通道嵌入水印信息，在 B 通道嵌入误差修正值信息，采用 G 通道调整整幅图像产生的偏移量。

根据公式（1）得到 $e_{i,j}^R = 2e_{i,j}^R + i$ ， i 为水印信息。 $e_{i,j}^B = 2e_{i,j}^B + m_{i,j}^c$ ， $m_{i,j}^c$ 为修正误差。

则在 $\{i,j\}$ 位置，嵌入信息后得到的像素值分别为：

$$r'_{i,j} = \hat{r}_{i,j} + e_{i,j}^R$$

$$b'_{i,j} = \hat{b}_{i,j} + e_{i,j}^B$$

$$g'_{i,j} = \lfloor (v_{i,j} - 0.299r'_{i,j} - 0.114b'_{i,j})/0.578 \rfloor$$

$\hat{r}_{i,j}$ 是 R 通道中位于 i,j 位置的预测像素值， $e_{i,j}^R$ 是 R 通道嵌入信息后的预测误差， $r'_{i,j}$ 是 R 通道嵌入信息后的像素值.同理， $\hat{b}_{i,j}$ ， $e_{i,j}^B$ ， $b'_{i,j}$ 分别是 B 通道 i,j 位置的预测值、嵌入信息后的预测误差、嵌入信息后的像素值。 $v_{i,j}$ 是彩色图像对应的灰度图在位置 i,j 处的灰度值。 $g'_{i,j}$ 是 G 通道的位于 i,j 位置的像素值。

可选地，还包括嵌入辅助信息，所述辅助信息嵌入到蓝色通道的最低有效位，所述辅助信息包括局部方差的判断阈值和水印信息的长度。

嵌入辅助信息

为了保证水印信息可以完全可逆提取，需要再嵌入辅助信息。这个辅助信息是 ρ_T ，最后一个误差修正值 m_N^c 和水印信息的长度 L 。因此，嵌入信息的总长度为 N ， $N=L+7$ 。其中辅助信息占用 7bit，分别为 ρ_T 占用 2bit 存储，最后一个误差修正值 m_N^c 占用 1bit 存储， L 占 4bit 存储。这部分信息采用 B 通道的最低有效位(least significant bits, LSB)存储，即将 B 通道的

LSB 替换为辅助信息。为了保证嵌入信息前后，图像的灰度值不变，在 B 通道中选择 3 个灰度值不可变位置，保证

$$f_v\left(r, g, 2\left\lfloor \frac{b}{2} \right\rfloor\right) = f_v\left(r, g, 2\left\lfloor \frac{b}{2} \right\rfloor + 1\right) \quad (5)$$

这样就可以保证图像值嵌入前后，图像的灰度值不变。

通过以上步骤，输入图像 $\mathbf{i} = \{r, g, b\}$ 嵌入水印信息后，变为图像 $\mathbf{i}' = \{r', b', g\}$ ，并且整个图像的灰度值不变。

可选地，所述步骤 3 通过绿色通道调整嵌入信息后的红色通道和蓝色通道的偏移量。

可选地，所述方法还包括如下步骤：

步骤 4：提取经步骤 3 处理的第二通道的辅助信息；

步骤 5：提取第二通道的辅助信息后确定第一通道嵌入水印信息的位置；

步骤 6：提取嵌入水印信息；

步骤 7：提取嵌入信息后恢复第三通道；

步骤 8：重复步骤 6 和步骤 7 得到嵌入的水印信息和载体。

可选地，所述步骤 6 中提取嵌入水印信息基于逆光栅顺序并根据梯度调节预测方法。

提取水印信息

(1) 提取辅助信息

根据公式 (5) 确定 $\mathbf{i}'$ 中 B 通道中 3 个灰度值不可变位置，提取这 3 个位置的 LSB 值，得到 ρ_T ， m_N^E 和 L。

(2) 确定嵌入水印信息的位置

将彩色图像转换为灰色图像。基于光栅顺序并根据公式 (4) 计算灰度图像中的局部方差 ρ ，并选择 L 个位置 $\rho < \rho_T$ 。这 L 个位置表示为 $\{I'_1, I'_2, \dots, I'_L\}$ 。

(3) 提取嵌入水印信息

针对这 L 个位置的像素并从 I'_L 开始，基于逆光栅顺序并根据 GAP 预测方法，得到 R、B 通道的预测值 $\hat{r}_L$ ， $\hat{b}_L$ 和预测误差 e_L^{R}, e_L^{B} 。

$$e_L^R = \lfloor e_L^{R}/2 \rfloor$$

$$i = e_L^{R} - \lfloor e_L^{R}/2 \rfloor$$

$$r_L = e_L^R + \hat{r}_L$$

其中 i 是嵌入的水印信息。

同理可得

$$b_L = e_L^B + \hat{b}_L$$

(4) 恢复 G 通道

根据步骤 (1) 得到的辅助信息 m_N^c , 判断 m_N^c 是否为 0。若为 0, 则 $g = g'$ 。否则, $m_N^c = 1$ 。判断 v_L 是否等于 $f_v(r, g_N^c \div 1, b)$, 若是 $g = g' \div 1$, 反之, $g = g' - 1$ 。

重复步骤 (3) 和步骤 (4) 得到嵌入的水印信息和载体。

本申请中可逆水印方法包括两大部分, 第一部分是嵌入水印信息, 第二部分是提取水印信息。

基于预测误差扩展的可逆水印方法

根据相邻像素的相关性, 采用相邻像素预测当前像素 x , 以此得到一个预测值 $\hat{x}$, 则预测误差 P 为:

$$p = x - \hat{x}$$

对预测误差扩展嵌入 1 位数据 i , $i=0$ 或 1 , 嵌入方式为:

$$p' = 2p \div i \quad (1)$$

则嵌入后的像素值为:

$$x' = \hat{x} \div p' = x \div p \div i$$

提取嵌入信息 i 为:

$$i = p' - \lfloor p'/2 \rfloor \quad (2)$$

恢复原始的预测误差和像素值:

$$p = \lfloor p'/2 \rfloor$$

$$x = x' - p - i$$

这样就可以实现数据的嵌入和提取。

梯度调节预测(Gradient-adjusted Prediction, GAP)

GAP是一个简单的自适应预测方法, 相对于经典的中值边缘检测器(median-edge detector, MED)具有更高的预测精度。针对位置在 $\{i,j\}$ 的像素值 $v_{i,j}$ 得到预测值 $\hat{v}_{i,j}$

$$\hat{v}_{i,j} = \begin{cases} v_{i,j+1} & \Delta > 80 \\ \frac{(v_{i,j+1} + a)}{2} & \Delta \in (32, 80] \\ \frac{(v_{i,j+1} + 3a)}{4} & \Delta \in (8, 32] \\ a & \Delta \in [-8, 8] \\ \frac{(v_{i+1,j} + 3a)}{4} & \Delta \in [-32, -8) \\ \frac{(v_{i+1,j} + a)}{2} & \Delta \in [-80, -32) \\ v_{i+1,j} & \Delta < -80 \end{cases}$$

其中, $\Delta_v = |v_{i,j+1} - v_{i+1,j+1}| + |v_{i+1,j-1} - v_{i+2,j-1}| + |v_{i+1,j} - v_{i+2,j}|$,

$\Delta_H = |v_{i,j+1} - v_{i,j+2}| + |v_{i+1,j-1} - v_{i+1,j}| + |v_{i+1,j} - v_{i+1,j+1}|$

$$a = \frac{v_{i,j+1} + v_{i+1,j}}{2} + \frac{v_{i+1,j-1} - v_{i+1,j+1}}{4}$$

$$\Delta = \Delta_v - \Delta_H$$

在本申请使用的 GAP 预测方法, 基于预测误差扩展的可逆水印技术是可逆水印方法中常用的方法, 并且目前已经有现有的成熟代码实现这些功能。因此, 本申请主要在基于上述方法, 判断可嵌入位置, 嵌入水印信息并实现水印信息的可逆提取即可。

灰色版本的彩色图像被广泛使用, 如黑白打印 (基于电子墨水的书籍阅读器), 为色盲人员制作阅读材料等等。对于这些应用, 保持彩色图像的灰度值不变是非常有意义的。而本申请嵌入水印后图像的灰度值和嵌入水印前图像的灰度值相同。

本申请提供的可逆水印方法针对彩色图像, 提出了一种可逆水印方法。首先将彩色图像转换为灰度图像; 其次, 嵌入信息到彩色图像 (R、G、B) 的红色和蓝色通道中; 最后, 通过绿色通道调整嵌入信息后的红、蓝两个通道的偏移量, 这样就可以实现嵌入信息后图像失真度降低, 保证图像的灰度值不变, 用于后续彩色图像的处理, 如为色盲人士制作阅读材料。

尽管在上文中参考特定的实施例对本申请进行了描述, 但是所属领域技术人员应当理解, 在本申请公开的原理和范围内, 可以针对本申请公开的配置和细节做出许多修改。本申请的保护范围由所附的权利要求来确定, 并且权利要求意在涵盖权利要求中技术特征的等同物文字意义或范围所包含的全部修改。

权 利 要 求 书

1、一种可逆水印方法，其特征在于：所述方法包括如下步骤：

步骤 1：对图像进行预处理，将彩色图像转换为灰度图像；

步骤 2：嵌入信息至彩色图像的第一通道和第二通道中；

步骤 3：通过第三通道调整嵌入信息后的第一通道和第二通道的偏移量。

2、如权利要求 1 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述步骤 2 包括如下步骤：

步骤 201：获取误差修正值；

步骤 202：预测第一通道像素值和误差，预测第二通道像素值和误差；

步骤 203：选择嵌入信息的位置并嵌入信息。

3、如权利要求 2 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述步骤 202 中预测方法包括梯度调节预测或者中值边缘检测。

4、如权利要求 2 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述步骤 203 中的位置为灰度图像中局部方差小于标准方差的位置。

5、如权利要求 4 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述步骤 2 中嵌入水印信息至红色通道，嵌入误差修正值至蓝色通道。

6、如权利要求 5 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述嵌入水印信息基于光栅扫描顺序嵌入至红色通道。

7、如权利要求 5 所述的可逆水印方法，其特征在于：还包括嵌入辅助信息，所述辅助信息嵌入到蓝色通道的最低有效位，所述辅助信息包括局部方差的判断阈值和水印信息的长度。

8、如权利要求 1 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述步骤 3 通过绿色通道调整嵌入信息后的红色通道和蓝色通道的偏移量。

9、如权利要求 1 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述方法还包括如下步骤：

步骤 4：提取经步骤 3 处理的第二通道的辅助信息；

步骤 5：提取第二通道的辅助信息后确定第一通道嵌入水印信息的位置；

步骤 6：提取嵌入水印信息；

步骤 7：提取嵌入信息后恢复第三通道；

步骤 8：重复步骤 6 和步骤 7 得到嵌入的水印信息和载体。

10、如权利要求 9 所述的可逆水印方法，其特征在于：所述步骤 6 中提取嵌入水印信息基于逆光栅顺序并根据梯度调节预测方法。

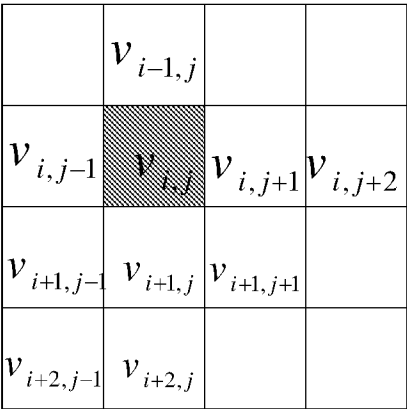


图 1

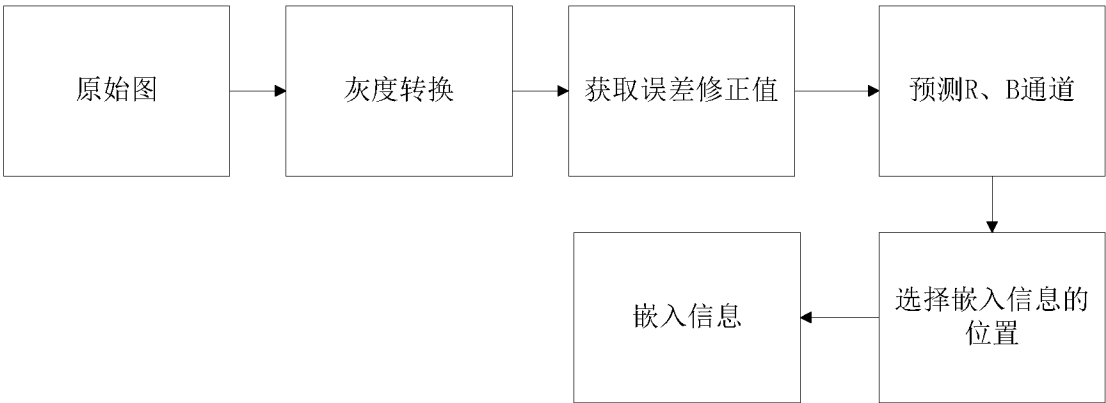


图 2

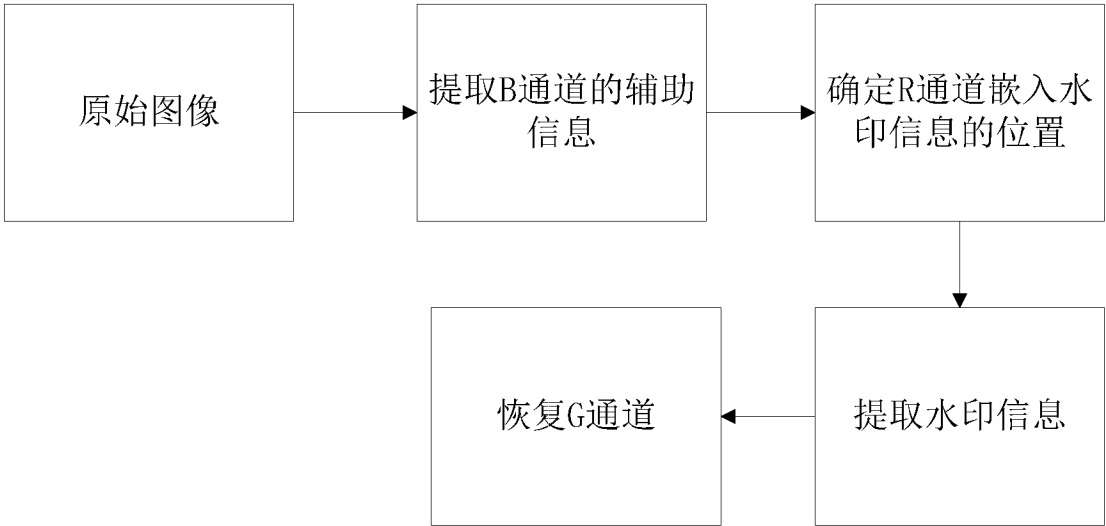


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/124091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 水印, 可逆, 灰度, 通道, 红, 绿, 蓝, 嵌入, 误差, 方差, 中值, 光栅, 梯度, 边缘, 盲, watermark, reversible, gray level, passage, channel, red, green, blue, R, G, B, embed, error, variance, median, mid-value, grating, gradient, edge, blind

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101833746 A (PEKING UNIVERSITY) 15 September 2010 (2010-09-15) description, paragraphs [0048]-[0093]	1-10
Y	CN 105761196 A (XIDIAN UNIVERSITY) 13 July 2016 (2016-07-13) description, paragraphs [0072]-[0097]	1-10
A	CN 101916427 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 15 December 2010 (2010-12-15) entire document	1-10
A	CN 102044061 A (PEKING UNIVERSITY) 04 May 2011 (2011-05-04) entire document	1-10
A	CN 103366330 A (PEKING UNIVERSITY FOUNDER GROUP CORP. et al.) 23 October 2013 (2013-10-23) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 March 2020

Date of mailing of the international search report

06 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
 100088
 China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/124091

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	101833746	A	15 September 2010	None	
CN	105761196	A	13 July 2016	None	
CN	101916427	A	15 December 2010	None	
CN	102044061	A	04 May 2011	None	
CN	103366330	A	23 October 2013	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/124091

A. 主题的分类 G06T 1/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06T 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 水印, 可逆, 灰度, 通道, 红, 绿, 蓝, 嵌入, 误差, 方差, 中值, 光栅, 梯度, 边缘, 盲, watermark, reversible, gray level, passage, channel, red, green, blue, R, G, B, embed, error, variance, median, mid-value, grating, gradient, edge, blind																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101833746 A (北京大学) 2010年 9月 15日 (2010 - 09 - 15) 说明书第[0048]-[0093]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 105761196 A (西安电子科技大学) 2016年 7月 13日 (2016 - 07 - 13) 说明书第[0072]-[0097]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101916427 A (浙江大学) 2010年 12月 15日 (2010 - 12 - 15) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102044061 A (北京大学) 2011年 5月 4日 (2011 - 05 - 04) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103366330 A (北大方正集团有限公司 等) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 101833746 A (北京大学) 2010年 9月 15日 (2010 - 09 - 15) 说明书第[0048]-[0093]段	1-10	Y	CN 105761196 A (西安电子科技大学) 2016年 7月 13日 (2016 - 07 - 13) 说明书第[0072]-[0097]段	1-10	A	CN 101916427 A (浙江大学) 2010年 12月 15日 (2010 - 12 - 15) 全文	1-10	A	CN 102044061 A (北京大学) 2011年 5月 4日 (2011 - 05 - 04) 全文	1-10	A	CN 103366330 A (北大方正集团有限公司 等) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	CN 101833746 A (北京大学) 2010年 9月 15日 (2010 - 09 - 15) 说明书第[0048]-[0093]段	1-10																		
Y	CN 105761196 A (西安电子科技大学) 2016年 7月 13日 (2016 - 07 - 13) 说明书第[0072]-[0097]段	1-10																		
A	CN 101916427 A (浙江大学) 2010年 12月 15日 (2010 - 12 - 15) 全文	1-10																		
A	CN 102044061 A (北京大学) 2011年 5月 4日 (2011 - 05 - 04) 全文	1-10																		
A	CN 103366330 A (北大方正集团有限公司 等) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
国际检索实际完成的日期 2020年 3月 1日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 6日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 赵婷 电话号码 86-(10)-53961350																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/124091

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	101833746	A	2010年 9月 15日	无	
CN	105761196	A	2016年 7月 13日	无	
CN	101916427	A	2010年 12月 15日	无	
CN	102044061	A	2011年 5月 4日	无	
CN	103366330	A	2013年 10月 23日	无	