



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109035126 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 201810817619.X

JP 2000020707 A, 2000.01.21

(22) 申请日 2018.07.24

US 2003048922 A1, 2003.03.13

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2005196013 A1, 2005.09.08

申请公布号 CN 109035126 A

US 2007189600 A1, 2007.08.16

(43) 申请公布日 2018.12.18

US 9244976 B1, 2016.01.26

(73) 专利权人 湖北工业大学

US 2008175429 A1, 2008.07.24

地址 430068 湖北省武汉市武昌区南湖李家墩1村1号

陈永辉等. 一种基于协作MIMO的Relay-STBC-HARQ策略及其性能分析.《微电子学与计算机》.2009, (第07期),

(72) 发明人 陈永辉

年桂君等. 彩色照片中隐藏水印信息的分析与实现.《吉林大学学报(工学版)》.2011,

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42222

陈艳等. 基于曲面插值的加密图像可逆信息隐藏算法.《应用科学学报》.2018, (第02期),

专利代理师 魏波

陈永辉. 基于空间分解的TTP算法模型研究.《湖北工业大学学报》.2006, 第21卷(第4期),

(51) Int. Cl.

G06T 1/00 (2006.01)

G06T 9/00 (2006.01)

陈永辉. 嵌入式自控系统软件抗干扰分析模型.《工业控制计算机》.2007, 第20卷(第8期),

(56) 对比文件

CN 106027545 A, 2016.10.12

CN 106210731 A, 2016.12.07

CN 106875324 A, 2017.06.20

US 2011188766 A1, 2011.08.04

Yonghui Chen. Reliable Fully Homomorphic Disguising Matrix.《IEEE》.2018,

审查员 张丽红

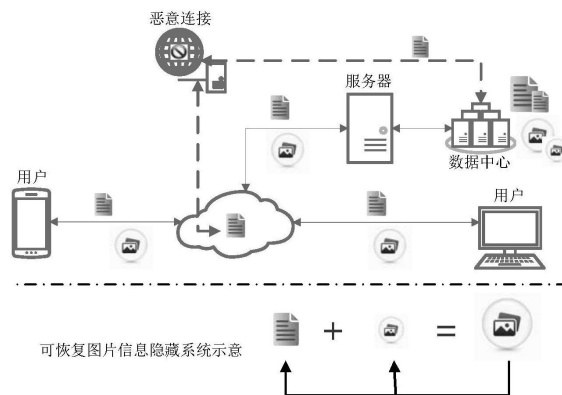
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54) 发明名称

一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法, 首先, 提出一种基于像素的弹性双极性编码, 在增加信息隐藏容量同时, 减小视觉误差指标; 其次, 提出一种排序插值方法, 在生成隐藏用图像时, 有更好的隐藏容量; 同时, 提出一种新的信息隐藏流程, 得到对插入图像可恢复的方法。基于本专利方法, 可以获得在输入图片可无损恢复条件下, 得到高信息隐藏空间, 低视觉误差的信息隐藏方法。



1. 一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法,其特征在于:当有一组数字信息M需要隐藏,有一张供信息隐藏的原始电子图像,记为Input,简称I;将由I经像素插入处理后获得的用于信息隐藏图像,记为Cover,简称C;在C中隐藏信息之后的图像,记为Stego,简称S;在C中用于信息隐藏的最小操作单元,是图像中每个像素的单色分量,记为CP;在C及S中,继承自I且保持不变的CP,记为BCP;基于BCP产生,用于隐藏信息的CP称为ICP;

所述方法,具体包括以下步骤:

步骤1:输入图像I,插值形成图像C;

步骤2:计算C中每个BCP插值空间大小,按顺序从M中选择相应长度大小的子集 $M_i$ ,进行弹性双极性编码隐藏到相应BCP中,最终形成信息隐藏后的S;

步骤2的具体实现包括以下子步骤:

步骤2.1:在C中的基本 $3 \times 3$ 单元中,计算每个 $C_i$ 的信息隐藏容量 $E_{C_i}$ ;

$$E_{C_i} = \lfloor \log_2(\text{Max}(I_1, I_2, I_3, I_4) - C_i) \rfloor ;$$

其中, $I_1, I_2, I_3, I_4$ 是BCP, $C_i$ 是ICP;

当 $E_{C_i} \leq 3$ ,取 $E_{C_i} = 3$ ;当 $E_{C_i} \geq 6$ ,取 $E_{C_i} = 6$ ;

步骤2.2:根据 $E_{C_i}$ ,按顺序选择M的子串 $M_i$ ,子串 $M_i$ 长度为 $E_{C_i}$ 比特;

步骤2.3:根据 $M_i, C_i$ 进行弹性双极性编码计算 $D_i$ ;

$$D_i = D_L + M_i ;$$

当 $C_i \leq 2^{E_{C_i}-1}, D_L = -C_i$ ;当 $C_i \geq 256 - 2^{E_{C_i}-1}, D_L = 2^{E_{C_i}} + C_i - 256$ ;其他情况 $D_L = 1 - 2^{E_{C_i}-1}$ ;

步骤2.3:形成S单元每个ICP值: $S_i = C_i + D_i$ ;

步骤3:从S中提取隐藏信息M及恢复I。

2. 根据权利要求1所述的基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法,其特征在于:步骤1中,在C中的基本 $3 \times 3$ 单元中:

$$C_1 = \alpha \text{Min}(I_1, I_2) + (1-\alpha) \text{Max}(I_1, I_2)$$

$$C_2 = \alpha \text{Min}(I_1, I_3) + (1-\alpha) \text{Max}(I_1, I_3)$$

$$C_3 = (C_1 + C_2) / 2$$

其中, $I_1, I_2, I_3$ 是BCP, $C_1, C_2, C_3$ 是ICP;其中 $\alpha \in [0, 1]$ 加权优化参数。

3. 根据权利要求1所述的基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法,其特征在于,步骤3的具体实现包括以下子步骤:

步骤3.1:将S的基本 $3 \times 3$ 单元中, $I_1, I_2, I_3, I_4$ 按相同取顺序缩小为 $2 \times 2$ 即恢复I;

步骤3.2:将S的基本 $3 \times 3$ 单元中,按 $I_1, I_2, I_3, I_4$ 及步骤1插值方法恢复C,将S单元及C单元中对应相减得到 $D_i = S_i - C_i$ ;根据步骤2规则相同求 $D_L$ ;根据 $M_i = D_i - D_L$ 求出 $M_i$ ,按序即还原M。

## 一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于信息安全技术领域,涉及一种图像可恢复信息隐藏方法,具体涉及一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法及排序插值方法。

### 技术背景

[0002] 信息隐藏(Information Hiding)是信息安全技术的一种。信息隐藏技术将信息隐藏于媒介编码中,利用媒介本身的特点,隐蔽隐藏信息,使被隐藏信息不容易被针对性的截获,分析。因这些特点,信息隐藏技术备受关注。随着网络中用户不得不越来越多的依赖于第三方进行的存储、传输、运算等操作的数据,例如云存储,邮件发送与接收,云计算等。用户数据极易在用户不知情,不许可的情况下,被各种半诚实或者恶意的网络实体搜索,截获,复制,分析,甚至售卖;而一般分析算法,通常直接根据信息媒介特征进行搜索,因此,信息隐藏技术,有其独特的安全应用价值。

[0003] 目前,用于信息隐藏的媒介有多种形式:音乐,文本,图像,视频等。基于图像的信息隐藏技术,分为载体图像可恢复与载体图像不可恢复两种。相对而言,可恢复的图像隐藏,需要在插入隐藏信息时,保留原始图像信息,理论上会相对不可恢复图像隐藏更难,或者其隐藏效率会更低。但最近提出的基于图像扩展的插入隐藏技术,用插值图像提供了更大信息隐藏编码空间的编码方法。这一方法的思路是:抽取,插值,隐藏,还原。

[0004] 用于信息隐藏的原始图像,记为Input图像,简记为I;将由I经像素插入处理后获得的用于信息隐藏图像集合,记为Cover图像,简称C;在C中隐藏信息之后称为Stego图像,简称S;在C中用于信息隐藏的最小操作单元,是图像中每个像素的单色分量,记为CP;C中,继承自I且保持不变的CP,记为BCP;基于BCP产生,用于隐藏信息的CP称为ICP;

[0005] 当下的研究Cover中ICP可用于信息插入的编码空间,并没有充分应用:要么只是按设计视觉阈值,直接插入原始信息,虽然PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)指标最大利用,但是bPP(bit Per pixel)指标没有最优;要么以固定的方式,在每个ICP中插入一个基于数独索引的绝对地址编码,实现相对较高bPP指标,但许可PSNR指标不能充分利用,因为绝对索引编码,在一个ICP中只能使用一次。因此,当前基于图像的可恢复隐藏技术,在视觉阈值指标一定情况下,并没有充分利用Cover中每个ICP的插入编码空间,实现bpp优化。或者说,当需要大量、高效信息插入时,在视觉阈值控制指标不严格情况下,缺乏一种有效提高编码效率的技术。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明提出了一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法。

[0007] 本发明所采用的技术方案是:一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法,其特征在于:当有一组数字信息M需要隐藏,有一张供信息隐藏的原始电子图像,记为Input,简称I;将由I经像素插入处理后获得的用于信息隐藏图像,记为Cover,简称C;在C中

隐藏信息之后的图像,记为Stego,简称S;在C中用于信息隐藏的最小操作单元,是图像中每个像素的单色分量,记为CP;在C及S中,继承自I且保持不变的CP,记为BCP;基于BCP产生,用于隐藏信息的CP称为ICP;

[0008] 所述方法,具体包括以下步骤:

[0009] 步骤1:输入图像I,插值形成图像C;

[0010] 步骤2:计算C中每个BCP插值空间大小,按顺序从M中选择相应长度大小的子集 $M_i$ ,进行弹性双极性编码隐藏到相应BCP中,最终形成信息隐藏后的S;

[0011] 步骤3:从S中提取隐藏信息M及恢复I。

[0012] 本发明方法与现在的技术相比有如下优点和有益效果:

[0013] (1)本发明引入排序插值算法,在 $\text{Max}(I_1, I_2, I_3, I_4)$ 不变情况下,通过排序方法,有效减小 $C_i$ 进而增加了 $E_{C_i}$

[0014] (2)本发明提出了弹性双极性编码方法,以较小的偏差,容纳更多的隐藏信息。

[0015] (3)简化当前流程,由I直接插值,没有经过一次抽取。简化方案,对每个输入像素而言,可以增加四倍的容量。同时可以恢复原始输入图像,而不是输入图像1/4的抽取图像。用户体验更好。

## 附图说明

[0016] 图1:本发明实施例的应用场景示意图;

[0017] 图2:现有技术中可恢复图像信息隐藏的系统流程框架示意图;

[0018] 图3:本发明实施例中可恢复图像信息隐藏的系统流程框架示意图;

[0019] 图4:本发明实施例的基本操作单元;

[0020] 图5:本发明实施例的示例。

[0021] 具体实施方法

[0022] 为了便于本领域普通技术人员理解和实施本发明,下面结合附图实施例对本发明作进一步的详细描述,应当理解,此处所描述的实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0023] 请见图1,本发明应用于互联网。当前用户不得不依赖互网络完成信息的传递,处理,这些信息大多数以明文,或者特定的密文形式进行,例如电子邮件,网盘,微信等。但这些信息及其相应特征,也会成为恶意或者半诚实的进程或者引擎截获,搜索,分析的对象。限于复杂度与搜索深度,这些搜索分析实体必须基于已知媒体形式具体特征进行对应的截获,搜索,例如就图片搜索,分析图片特征,就文本搜索,分析文本等,而回避深度搜索,避免复杂度过高。因此信息隐藏技术,将一些重要信息,以媒体形式隐藏,在媒介合理统计特征合理前提下,将信息隐藏于其中,可以避免信息被恶意检索,窃取。特别是越独特的媒介,越无法比较,隐藏效果也越好。本发明选择图片以媒介,就是因为图片产生容易,个性化特征非常明显,很难通过比对的方法分析。

[0024] 本发明公开了一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法。首先,提出一种基于图像像素值特点的弹性双极性编码,在增加信息隐藏容量同时,减小视觉误差指标;其次,提出一种排序插值方法,在生成插值用Cover图像时,有更好的插值容量;同时,提出一种新的信息隐藏流程,得到对插入图像可恢复的方法。基于本专利方法,可以获得在输

入图片可无损恢复条件下,得到高隐藏信息空间,低视觉误差的信息隐藏图像。

[0025] 当前图像信息隐藏技术如图2,本发明提出的新流程如图3。图3中,C由直接插值得到,并没有经过一次抽取。图3简化方案,对每个输入图像而言,较图2得到四倍的信息隐藏空间。并且图3流程,可以得到I图像的无损还原。在图2中无损还原的是1/4尺寸的抽样图像。

[0026] 本发明提供一种基于弹性双极性编码的图像可恢复信息隐藏方法,当有一组数字信息M需要隐藏,有一张供信息隐藏的原始电子图像,记为Input,简称I;将由I经像素插入处理后获得的用于信息隐藏图像,记为Cover,简称C;在C中隐藏信息之后的图像,记为Stego,简称S;在C中用于信息隐藏的最小操作单元,是图像中每个像素的单色分量,记为CP;在C及S中,继承自I且保持不变的CP,记为BCP;基于BCP产生,用于隐藏信息的CP称为ICP;

[0027] 本发明的方法,具体包括以下步骤:

[0028] 步骤1:输入图像I,插值形成图像C;

[0029] 请见图4,是I、C、S的基本单元,都是从标准图像中选择的 $3 \times 3$ 。C中 $3 \times 3$ ,实际是从中的S中 $3 \times 3$ 插值得到。其中 $I_1, I_2, I_3, I_4$ 是I在这一单元中,以及对应S单元中保持不变的BCP。C中白色小方块代表的是插值像素,为描述方便用 $C_1, C_2, C_3$ 标记。S中的白色小方块代表的是插值像素表示在C图像中隐藏编码的结果,为描述方便用 $S_1, S_2, S_3$ 标记。

[0030] 在C中的基本 $3 \times 3$ 单元中:

$$[0031] \quad C_1 = \alpha \text{Min}(I_1, I_2) + (1 - \alpha) \text{Max}(I_1, I_2)$$

$$[0032] \quad C_2 = \alpha \text{Min}(I_1, I_3) + (1 - \alpha) \text{Max}(I_1, I_3)$$

$$[0033] \quad C_3 = (C_1 + C_2) / 2$$

[0034] 其中, $I_1, I_2, I_3$ 是BCP, $C_1, C_2, C_3$ 是ICP;其中 $\alpha \in [0, 1]$ 加权优化参数,可以优化选择的容量优化典型值是 $\alpha = 3/4$ ,而PSNR优化典型值是 $\alpha = 3/8$ 或者 $\alpha = 2/5$ 。

[0035] 如图5: $C_1 = \alpha \text{Min}(I_1, I_2) + (1 - \alpha) \text{Max}(I_1, I_2) = 3 \times 152 + 5 \times 161 = 158$

[0036] 步骤2:计算C中每个BCP插值空间大小,按顺序从M中选择相应长度大小的子集 $M_i$ ,进行弹性双极性编码隐藏到相应BCP中,最终形成信息隐藏后的S;

[0037] 步骤2.1:在C中的基本 $3 \times 3$ 单元中,计算每个 $C_i$ 的信息隐藏容量 $E_{C_i}$ ;

$$[0038] \quad E_{C_i} = \lfloor \log_2(\text{Max}(I_1, I_2, I_3, I_4) - C_i) \rfloor;$$

[0039] 其中, $I_1, I_2, I_3, I_4$ 是BCP, $C_i$ 是ICP;

[0040] 当 $E_{C_i} \leq 3$ ,取 $E_{C_i} = 3$ ,当 $E_{C_i} \geq 6$ ,取 $E_{C_i} = 6$ 。为增加容量,这一规则可以适当调整。

[0041]  $\text{Max}(I_1, I_2, I_3, I_4)$ 比 $\text{Max}(152, 161, 185, 188) = 188$ ,取 $\alpha = 3/8$ ;

[0042] 有 $E_{C_1} = \lfloor \log_2(\text{Max}(I_1, I_2, I_3, I_4) - C_i) \rfloor = \lfloor \log_2(188 - 158) \rfloor = 4$ 。根据条件取 $E_{C_1} = 4$ 。

[0043] 步骤2.2:根据 $E_{C_i}$ ,按顺序选择M的子串 $M_i$ ,子串 $M_i$ 长度为 $E_{C_i}$ 比特。

[0044] 设 $M_i = 0110_2 = 6$ ;

[0045] 步骤2.3:根据 $M_i, C_i$ 进行弹性双极性编码计算 $D_i: D_i = D_L + M_i$ 。其中当 $C_i \leq 2^{E_{C_i}-1}$ ,  $D_L = -C_i$ ;当 $C_i \geq 256 - 2^{E_{C_i}-1}$ ,  $D_L = 2^{E_{C_i}} + C_i - 256$ ;其他情况 $D_L = 1 - 2^{E_{C_i}-1}$ 。

[0046] 得到  $D_L = 1 - 2^{E_{C_i} - 1} = -7$ ,  $D_1 = D_L + M_1 = -7 + 6 = -1$ ;

[0047] 步骤2.3:形成S单元每个ICP值:  $S_i = C_i + D_i$ 。

[0048] 得到  $S_i = C_i + D_i = 158 - 1 = 157$ 。

[0049] 步骤3:从S中提取隐藏信息M及恢复I。

[0050] 步骤3.1:将S的基本  $3 \times 3$  单元中,将  $I_1, I_2, I_3, I_4$  按相同取顺序缩小为  $2 \times 2$  即可恢复I。

[0051] 步骤3.2:将S的基本  $3 \times 3$  单元中,按  $I_1, I_2, I_3, I_4$  及步骤1插值方法可以恢复C,将S单元及C单元中对应相减得到  $D_i = S_i - C_i$ 。根据步骤2规则相同求  $D_L$ 。根据  $M_i = D_i - D_L$  可求出  $M_i$ ,按序即可还原M。

[0052] 同理  $D_i = S_i - C_i = 157 - 158 = -1$ ,

[0053]  $C_1 = \alpha \text{Min}(I_1, I_2) + (1 - \alpha) \text{Max}(I_1, I_2) = 3 \times 152 + 5 \times 161 = 158$ , 有

$E_{C_1} = \lceil \log_2(\text{Max}(I_1, I_2, I_3, I_4) - C_i) \rceil = \lceil \log_2(188 - 158) \rceil = 4$ 。根据条件取  $E_{C_1} = 4$ 。

[0054]  $D_L = 1 - 2^{E_{C_i} - 1} = -7$ , 求得  $M_i = D_i - D_L = -1 + 7 = +6 = 0110_2$ 。

[0055] 应当理解的是,本说明书未详细阐述的部分均属于现有技术。

[0056] 应当理解的是,上述针对较佳实施例的描述较为详细,并不能因此而认为是对本发明专利保护范围的限制,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明权利要求所保护的范围情况下,还可以做出替换或变形,均落入本发明的保护范围之内,本发明的请求保护范围应以所附权利要求为准。

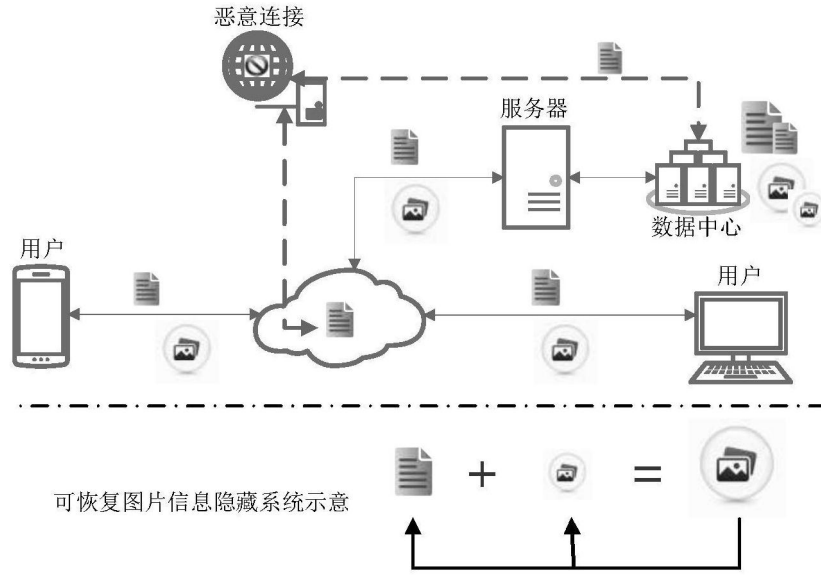


图1

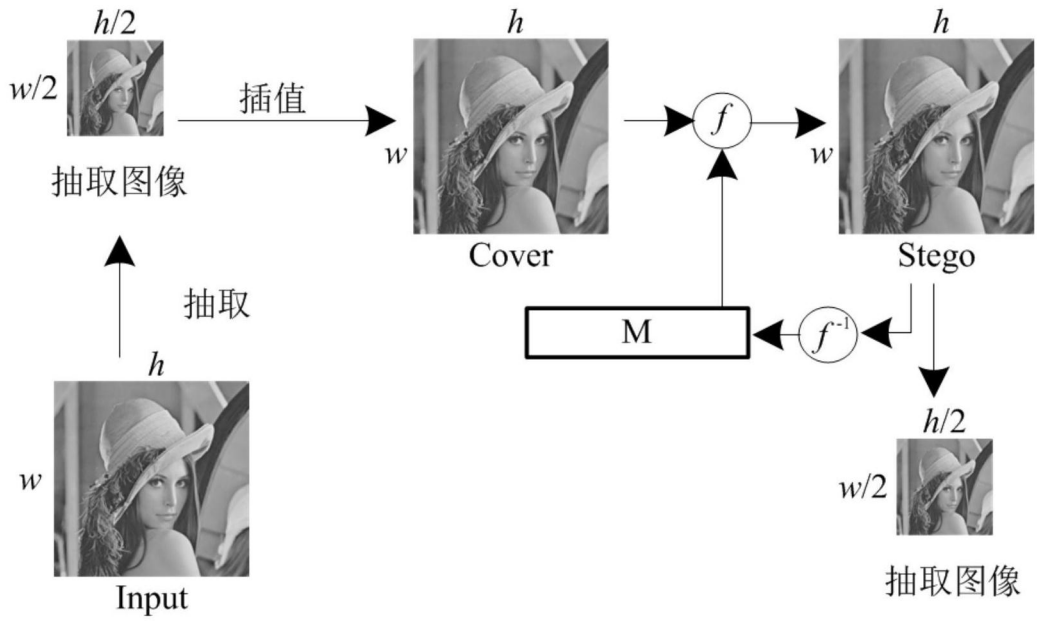


图2

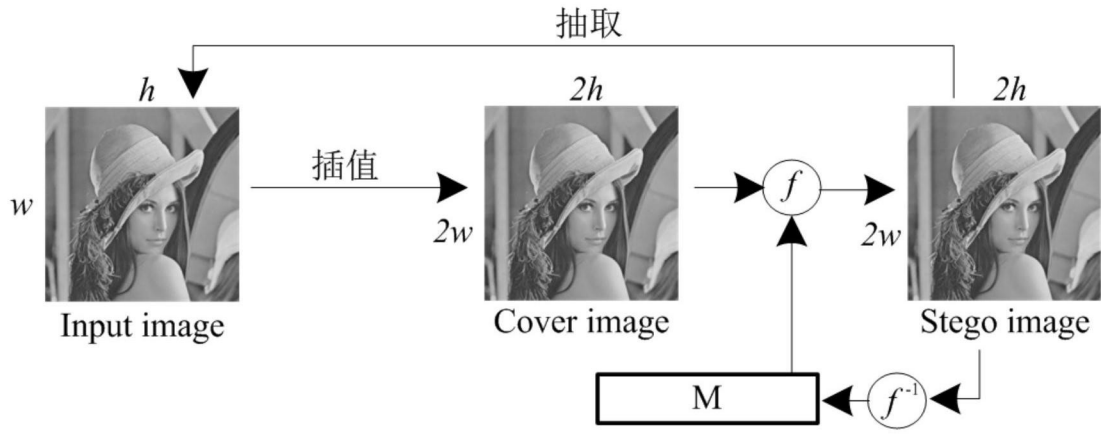


图3

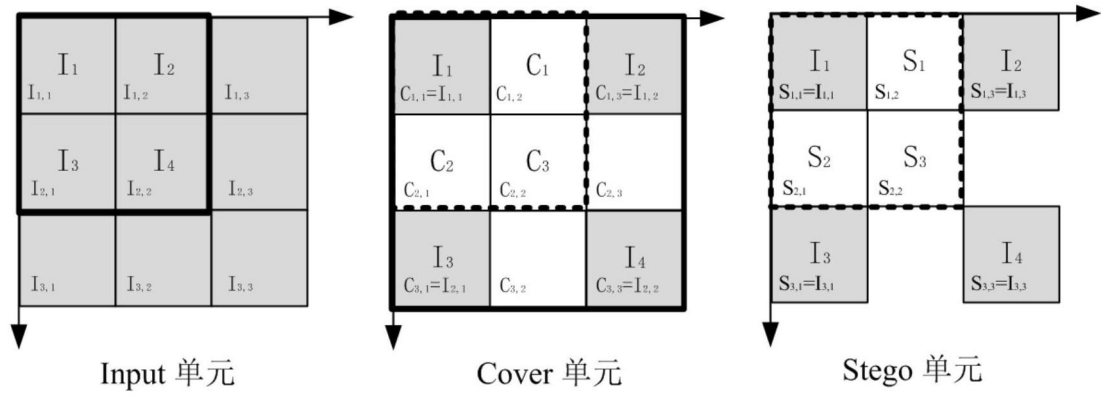


图4

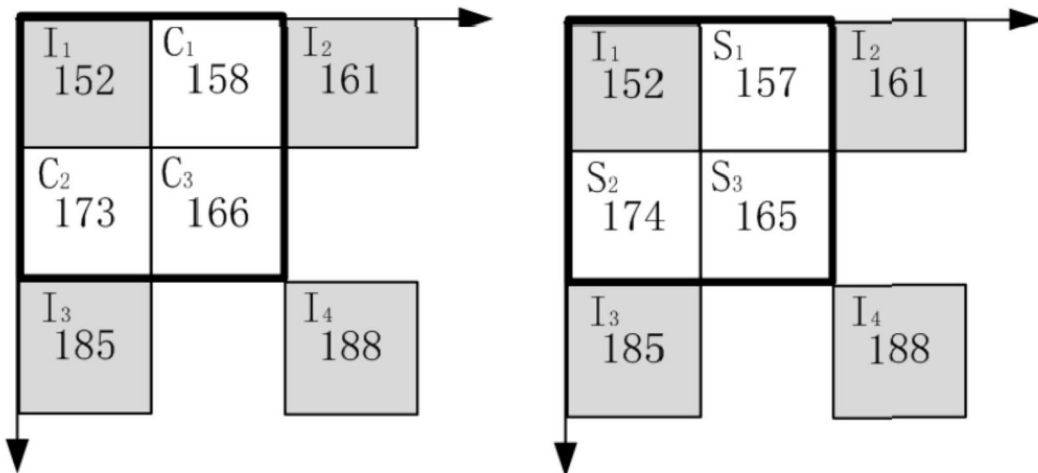


图5