



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107784638 A

(43)申请公布日 2018.03.09

(21)申请号 201711031437.1

(22)申请日 2017.10.27

(71)申请人 北京信息科技大学

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
12号机电系统测控重点实验室

(72)发明人 吴国新 徐小力 夏欣雨 丁春艳
朱春梅

(74)专利代理机构 北京远创理想知识产权代理
事务所(普通合伙) 11513

代理人 张素妍

(51)Int.Cl.

G06T 5/00(2006.01)

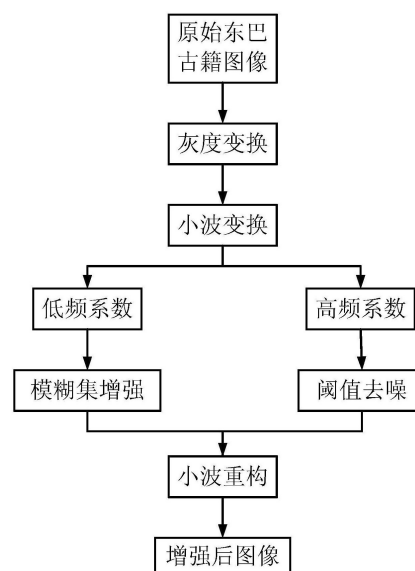
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种优化的东巴古籍图像增强方法

(57)摘要

本发明涉及一种优化的东巴古籍图像增强方法,其步骤:对原始东巴古籍图像作图像类型的转换,将RGB图像转换为灰度图像;对灰度图像进行小波分解,选取小波分解后的db4小波基将图像进行二层分解,得到对应的小波低频系数和高频系数;对小波二层分解后得到的高频系数采用改进的阈值滤波算法处理,实现对小波分解后的高频系数的去噪处理;对小波二级分解后得到的低频系数进行模糊集增强处理,得到增强的低频子带系数;对处理后的低频系数和高频系数利用现有技术中的小波反变换进行重构,完成对东巴古籍图像的增强。本发明能在增强图像细节的同时抑制噪声,并能有效提高图像对比度。



1. 一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征包括以下步骤:

(1) 对原始东巴古籍图像作图像类型的转换,将RGB图像转换为灰度图像;

(2) 对灰度图像进行小波分解,选取小波分解后的db4小波基将图像进行二层分解,得到对应的小波低频系数和高频系数;

(3) 对小波二层分解后得到的高频系数采用改进的阈值滤波算法处理,得到改进的贝叶斯萎缩阈值,实现对小波分解后的高频系数的去噪处理;

(4) 对小波二级分解后得到的低频系数进行模糊集增强处理,得到增强的低频子带系数;

(5) 对处理后的低频系数和高频系数利用现有技术中的小波反变换进行重构,完成对东巴古籍图像的增强。

2. 如权利要求1所述的一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征是:所述步骤(3)中,改进的阈值滤波算法具体步骤如下:

(3.1) 采用贝叶斯萎缩法估计噪声与信号的阈值;

(3.2) 计算第k尺度、第s个高频子带的噪声标准差 $\hat{\sigma}_n(k,s)$;

(3.3) 计算无噪声标准方差,即子带的信号标准差 $\hat{\sigma}(k,s)$;

(3.4) 在步骤(3.1)中的噪声与信号的阈值表达式中加上一个自适应变量 ω ,得到改进的贝叶斯萎缩阈值 $T_k^{s'}$;

(3.5) 将步骤(3.4)中得到的阈值代入阈值函数 $W(x)$,实现对小波分解后的高频系数进行去噪处理。

3. 如权利要求2所述的一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征是:所述步骤(3.1)中,假设小波变换得到的高频系数总体上服从广义高斯分布,那么根据贝叶斯准则,得到贝叶斯萎缩阈值 T_k^s 为:

$$T_k^s = \hat{\sigma}_n^2(k,s) / \hat{\sigma}(k,s),$$

式中, $\hat{\sigma}(k,s)$ 表示子带的信号标准差; $\hat{\sigma}_n(k,s)$ 为第k尺度、第s个高频子带的噪声标准差。

4. 如权利要求2所述的一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征是:所述步骤(3.4)中,改进的贝叶斯萎缩阈值 $T_k^{s'}$:

$$T_k^{s'} = \omega \frac{\hat{\sigma}_n^2(k,s)}{\hat{\sigma}(k,s)},$$

其中, $\omega = \sqrt{\log_2 \left(\frac{L_J}{J} \right)}$, L_J 表示第J层子带的长度。

5. 如权利要求2所述的一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征是:所述步骤(3.5)中,将改进的贝叶斯萎缩阈值代入阈值函数 $W(x)$ 有:

$$W(x) = \text{sgn}(x) * \max \left\{ \left(|x| - aT_k^{s'} \right), 0 \right\};$$

$$a \in (0,1)$$

式中, $\text{sgn}(x)$ 表示返回函数,即 $x > 0, \text{sgn}(x) = 1, x = 0, \text{sgn}(x) = 0, x < 0, \text{sgn}(x) = -1$; x 表示原系数; a 表示引入的参数。

6.如权利要求1所述的一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征在于:所述步骤(4)中,具体步骤如下:

(4.1) 定义大小为 $M \times N$ 的一幅图像的模糊矩阵 A 为:

$$A = \begin{bmatrix} \mu_{11}/x_{11} & \cdots & \mu_{1N}/x_{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ \mu_{M1}/x_{M1} & \cdots & \mu_{MN}/x_{MN} \end{bmatrix}$$

其中, μ_{ij}/x_{ij} 表示图像中点 (i, j) 的系数值 x_{ij} 具有某种特征的程度为 μ_{ij} ;

(4.2) 将低频子带系数通过隶属度函数映射到模糊空间:

$$\mu_{ij} = T(x_{ij}) = \frac{(x_{ij}) - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

其中; $T(x_{ij})$ 表示低频子带 (i, j) 处系数值 x_{ij} 在模糊空间内构成的矩阵; x_{ij} 表示低频子带 (i, j) 处系数值; x_{\min} 表示低频子带系数中的最小值、 x_{\max} 表示低频子带系数中的最大值;

(4.3) 对矩阵 $T(x_{ij})$ 通过非线性变换实现模糊增强处理,得到新的模糊特征平面;

(4.4) 通过对新的模糊特征平面进行逆变换,得到增强的低频子带系数 x'_{ij} 。

7.如权利要求6所述的一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征在于:所述步骤(4.3)中,通过一个对比度增强算子来实现非线性变换方法增强图像,其表达式如下:

$$\mu'_{ij} = T(\mu_{ij}) = \begin{cases} \frac{\mu_{ij}^2}{T} & \mu_{ij} < T \\ 1 - \frac{(1 - \mu_{ij})^2}{1 - T} & \mu_{ij} > T \end{cases}$$

其中, μ'_{ij} 表示增强后的点 (i, j) 处具有某种特征的程度; $T(\mu_{ij})$ 表示表示在新的模糊平面点 (i, j) 处具有某种特征的程度; T 为低频子带中的阈值;当 $\mu_{ij} > T$ 时,增强隶属度 μ_{ij} ;反之, $\mu_{ij} < T$ 时则压缩隶属度 μ_{ij} 。

8.如权利要求6所述的一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征在于:所述步骤(4.4)中,采用的逆变换式如下:

$$x'_{ij} = T^{-1}(\mu_{ij}),$$

$$x'_{ij} = (x_{\max} - x_{\min}) \times \mu'_{ij} + x_{\min}.$$

一种优化的东巴古籍图像增强方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像处理领域,特别是关于一种优化的东巴古籍图像增强方法。

背景技术

[0002] 图像增强是东巴经典古籍数字化处理过程中极其重要的环节之一。其基本思想是:通过采用一系列技术去改善图像的质量和视觉效果,突出图像中感兴趣的特征,获取图像中有价值的信息,使图像更方便人和机器进行分析处理。目前,频域法和空域法是两种主要的图像增强方法。频域法图像增强包括Curvelet变换、Contourlet变换、小波变换和傅里叶变换等方法。空域法图像增强包括多尺度Retinex算法、直方图均衡化、中值滤波和灰度变换等方法。虽然国内外研究图像增强算法的学者,无论是从数学理论方面、图像视觉效果方面,还是从图像特征方面,都提出了很多种算法,但面对不同的对象,其都存在一定的局限性。

[0003] 图像增强技术的关键在于如何有效的改善图像质量和视觉效果的同时更好的保留图像的边缘和细节信息,现常用的两种图像增强方法为:1) 直方图均衡:该方法通常用来增加许多图像的全局对比度,尤其是当图像的有用数据的对比度相当接近的时候。通过这种方法,亮度可以更好地在直方图上分布,从而可以用于增强局部的对比度而不影响整体的对比度。但是,该方法会增加背景噪声的对比度并且降低有用信号的对比度,也可能导致过增强与细节丢失问题(如图4所示)。2) 小波阈值滤波:小波滤波与传统滤波相比,因小波变换具有时频局部化特性和多分辨的特性,使其在去噪方面有独特的优势,但其处理后的图像清晰度和对比度都很低,存在细节丢失的情况(如图5所示)。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种优化的东巴古籍图像增强方法,其能在增强图像细节的同时抑制噪声,并能有效提高图像对比度。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种优化的东巴古籍图像增强方法,其特征在于包括以下步骤:(1) 对原始东巴古籍图像作图像类型的转换,将RGB图像转换为灰度图像;(2) 对灰度图像进行小波分解,选取小波分解后的db4小波基将图像进行二层分解,得到对应的小波低频系数和高频系数;(3) 对小波二层分解后得到的高频系数采用改进的阈值滤波算法处理,得到改进的贝叶斯萎缩阈值,实现对小波分解后的高频系数的去噪处理;(4) 对小波二级分解后得到的低频系数进行模糊集增强处理,得到增强的低频子带系数;(5) 对处理后的低频系数和高频系数利用现有技术中的小波反变换进行重构,完成对东巴古籍图像的增强。

[0006] 进一步,所述步骤(3)中,改进的阈值滤波算法具体步骤如下:(3.1) 采用贝叶斯萎缩法估计噪声与信号的阈值;(3.2) 计算第k尺度、第s个高频子带的噪声标准差 $\hat{\sigma}_n(k,s)$;(3.3) 计算无噪声标准方差,即子带的信号标准差 $\hat{\sigma}(k,s)$;(3.4) 在步骤(3.1)中的噪声与信号的阈值表达式中加上一个自适应变量 ω ,得到改进的贝叶斯萎缩阈值 $T_k^{S'}$;(3.5) 将步骤

(3.4) 中得到的阈值代入阈值函数 $W(x)$, 实现对小波分解后的高频系数进行去噪处理。

[0007] 进一步, 所述步骤 (3.1) 中, 假设小波变换得到的高频系数总体上服从广义高斯分布, 那么根据贝叶斯准则, 得到贝叶斯基缩阈值 T_k^S 为:

$$[0008] \quad T_k^S = \hat{\sigma}_n^2(k, s) / \hat{\sigma}(k, s),$$

[0009] 式中, $\hat{\sigma}(k, s)$ 表示子带的信号标准差; $\hat{\sigma}_n(k, s)$ 为第 k 尺度、第 s 个高频子带的噪声标准差。

[0010] 进一步, 所述步骤 (3.4) 中, 改进的贝叶斯基缩阈值 $T_k^{S'}$:

$$[0011] \quad T_k^{S'} = \omega \frac{\hat{\sigma}_n^2(k, s)}{\hat{\sigma}(k, s)},$$

[0012] 其中, $\omega = \sqrt{\log_2 \left(\frac{L_J}{J} \right)}$, L_J 表示第 J 层子带的长度。

[0013] 进一步, 所述步骤 (3.5) 中, 将改进的贝叶斯基缩阈值代入阈值函数 $W(x)$ 有:

$$[0014] \quad W(x) = \text{sgn}(x) * \max \left\{ \left(|x| - a T_k^{S'} \right), 0 \right\};$$

$$a \in (0, 1)$$

[0015] 式中, $\text{sgn}(x)$ 表示返回函数, 即 $x > 0$, $\text{sgn}(x) = 1$, $x = 0$, $\text{sgn}(x) = 0$, $x < 0$, $\text{sgn}(x) = -1$; x 表示原系数; a 表示引入的参数。

[0016] 进一步, 所述步骤 (4) 中, 具体步骤如下: (4.1) 定义大小为 $M \times N$ 的一幅图像的模糊矩阵 A 为:

$$[0017] \quad A = \begin{bmatrix} \mu_{11}/x_{11} & \cdots & \mu_{1N}/x_{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ \mu_{M1}/x_{M1} & \cdots & \mu_{MN}/x_{MN} \end{bmatrix}$$

[0018] 其中, μ_{ij}/x_{ij} 表示图像中点 (i, j) 的系数值 x_{ij} 具有某种特征的程度为 μ_{ij} ; (4.2) 将低频子带系数通过隶属度函数映射到模糊空间:

$$[0019] \quad \mu_{ij} = T(x_{ij}) = \frac{(x_{ij}) - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

[0020] 其中; $T(x_{ij})$ 表示低频子带 (i, j) 处系数值 x_{ij} 在模糊空间内构成的矩阵; x_{ij} 表示低频子带 (i, j) 处系数值; x_{\min} 表示低频子带系数中的最小值、 x_{\max} 表示低频子带系数中的最大值; (4.3) 对矩阵 $T(x_{ij})$ 通过非线性变换实现模糊增强处理, 得到新的模糊特征平面; (4.4) 通过对新的模糊特征平面进行逆变换, 得到增强的低频子带系数 x'_{ij} 。

[0021] 进一步, 所述步骤 (4.3) 中, 通过一个对比度增强算子来实现非线性变换方法增强图像, 其表达式如下:

$$[0022] \quad \mu'_{ij} = T(\mu_{ij}) = \begin{cases} \frac{\mu_{ij}^2}{T} & \mu_{ij} < T \\ 1 - \frac{(1 - \mu_{ij})^2}{1 - T} & \mu_{ij} > T \end{cases}$$

[0023] 其中, μ'_{ij} 表示增强后的点 (i, j) 处具有某种特征的程度; $T(\mu_{ij})$ 表示表示在新的模糊平面点 (i, j) 处具有某种特征的程度; T 为低频子带中的阈值; 当 $\mu_{ij} > T$ 时, 增强隶属度 μ_{ij} ; 反之, $\mu_{ij} < T$ 时则压缩隶属度 μ_{ij} 。

[0024] 进一步, 所述步骤 (4.4) 中, 采用的逆变换式如下:

[0025] $x'_{ij} = T^{-1}(\mu_{ij})$,

[0026] $x'_{ij} = (x_{\max} - x_{\min}) \times \mu'_{ij} + x_{\min}$ 。

[0027] 本发明由于采取以上技术方案, 其具有以下优点: 1、本发明结合了模糊集增强和小波阈值滤波的优点, 不仅增强了图像细节和提高了对比度, 而且取得了很好的降噪效果。2、本发明在软阈值函数和硬阈值函数之间引入参数 a , 针对不同的图像, 通过调整参数 a 的大小, 来获得合适的阈值函数。适当缩小了含噪系数与阈值的差值, 优化了传统算法。3、本发明在模糊空间, 通过一个对比度增强算子以此提高图像对比度不但运算速度快, 而且可以保存图像中的低灰度信息。

附图说明

[0028] 图1是本发明的整体流程示意图;

[0029] 图2是本发明实施例中一幅原始输入的东巴古籍图像;

[0030] 图3是对图2中的东巴古籍图像采用本发明方法进行图像增强显示的结果;

[0031] 图4是对图2中的东巴古籍图像采用采用现有直方图均衡进行图像增强显示的结果;

[0032] 图5是对图2中的东巴古籍图像采用现有小波阈值滤波进行图像增强显示的结果。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0034] 如图1所示, 本发明提供一种优化的东巴古籍图像增强方法, 其包括以下步骤:

[0035] (1) 如图2所示, 对原始东巴古籍图像作图像类型的转换, 将RGB图像转换为灰度图像;

[0036] (2) 对灰度图像进行小波分解, 选取小波分解后的db4小波基将图像进行二层分解, 得到对应的小波低频系数和高频系数;

[0037] (3) 对小波二层分解后得到的高频系数采用改进的阈值滤波算法处理, 得到改进的Bayes (贝叶斯) 萎缩阈值, 即噪声与信号的阈值, 进而抑制噪声。

[0038] 改进的阈值滤波算法具体步骤如下:

[0039] (3.1) 采用贝叶斯萎缩法估计噪声与信号的阈值。假设小波变换得到的高频系数总体上服从广义高斯分布, 那么根据贝叶斯准则, 得到贝叶斯萎缩阈值 T_k^s 为:

[0040] $T_k^s = \hat{\sigma}_n^2(k, s) / \hat{\sigma}(k, s)$,

[0041] 式中, $\hat{\sigma}(k, s)$ 表示子带的信号标准差; $\hat{\sigma}_n(k, s)$ 为第 k 尺度、第 s 个高频子带的噪声标准差。

[0042] (3.2) 计算第 k 尺度、第 s 个高频子带的噪声标准差 $\hat{\sigma}_n(k, s)$ 为:

[0043] $\hat{\sigma}_n(k, s) = \text{median}(|g_k^s(i, j)|) / 0.6745,$

[0044] 其中, $g_k^s(i, j)$ 为第 k 尺度、第 s 个高频子带 (i, j) 位置上的高频系数; $\text{median}()$ 表示求解该子带系数的中值, 其中, 下标 n 表示高频系数的数量。

[0045] (3.3) 计算无噪声标准方差, 即子带的信号标准差 $\hat{\sigma}(k, s)$ 为:

[0046] $\hat{\sigma}(k, s) = \sqrt{\max(\hat{\sigma}_g^2(k, s) - \hat{\sigma}_n^2(k, s), 0)},$

[0047] 其中, $\hat{\sigma}_g^2(k, s)$ 为相应子带系数的方差。

[0048] (3.4) 采用局部阈值法, 依据分解层数的不同及其变化规律, 设定不同的局部阈值。在步骤 (3.1) 中的 Bayes (贝叶斯) 萎缩阈值表达式中加上一个自适应变量 ω , 得到改进的贝叶斯萎缩阈值 $T_k^{s'}$:

[0049] $T_k^{s'} = \omega \frac{\hat{\sigma}^2(k, s)}{\hat{\sigma}(k, s)},$

[0050] 其中, $\omega = \sqrt{\log_2\left(\frac{L_j}{J}\right)}$, L_j 表示第 J 层子带的长度。

[0051] (3.5) 将步骤 (3.4) 中得到的阈值代入阈值函数 $W(x)$, 实现对小波分解后的高频系数进行去噪处理:

[0052] $W(x) = \text{sgn}(x) * \max\left\{\left(|x| - aT_k^{s'}\right), 0\right\};$
 $a \in (0, 1)$

[0053] 式中, $W(x)$ 表示阈值函数; $\text{sgn}(x)$ 表示返回函数, 即 $x > 0, \text{sgn}(x) = 1, x = 0, \text{sgn}(x) = 0, x < 0, \text{sgn}(x) = -1$; x 表示原系数; a 表示引入的参数, 针对不同的图像, 通过调整 a 的大小, 来获得合适的阈值函数。

[0054] 当原始图像较平滑, 背景部分较多而细节部分较少时, a 在 $[0.5, 1]$ 区域内取值; 当原图纹理复杂, 小波系数高频部分较重要时, a 取低于 0.5 的值。

[0055] (4) 对小波二级分解后得到的低频系数进行模糊集增强处理, 得到增强的低频子带系数;

[0056] 具体步骤如下:

[0057] (4.1) 定义大小为 $M \times N$ 的一幅图像的模糊矩阵 A 为:

[0058] $A = \begin{bmatrix} \mu_{11}/x_{11} & \cdots & \mu_{1N}/x_{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ \mu_{M1}/x_{M1} & \cdots & \mu_{MN}/x_{MN} \end{bmatrix}$

[0059] 其中, μ_{ij}/x_{ij} 表示图像中点 (i, j) 的系数值 x_{ij} 具有某种特征的程度为 μ_{ij} 。

[0060] (4.2) 将低频子带系数通过隶属度函数映射到模糊空间:

[0061] $\mu_{ij} = T(x_{ij}) = \frac{(x_{ij}) - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$

[0062] 其中; $T(x_{ij})$ 表示低频子带 (i, j) 处系数值 x_{ij} 在模糊空间内构成的矩阵; x_{ij} 表示低

频子带 (i, j) 处系数值; x_{\min} 表示低频子带系数中的最小值、 x_{\max} 表示低频子带系数中的最大值。

[0063] (4.3) 在模糊空间, 为了提高图像对比度, 通过非线性变换方法增强图像。即对矩阵 $T(x_{ij})$ 通过非线性变换实现模糊增强处理, 得到新的模糊特征平面;

[0064] 通过一个对比度增强算子来实现非线性变换方法增强图像, 其表达式如下:

$$[0065] \quad \mu'_{ij} = T(\mu_{ij}) = \begin{cases} \frac{\mu_{ij}^2}{T} & \mu_{ij} < T \\ 1 - \frac{(1 - \mu_{ij})^2}{1 - T} & \mu_{ij} > T \end{cases}$$

[0066] 其中, μ'_{ij} 表示增强后的点 (i, j) 处具有某种特征的程度; $T(\mu_{ij})$ 表示表示在新的模糊平面点 (i, j) 处具有某种特征的程度; T 为低频子带中的阈值, 由于在进行步骤 (2) 小波分解后, 低频子带包含了大量的图像基本信息, 且基本滤除了噪声, 故此处阈值 T 选用原始贝叶斯萎缩阈值 T_k^S , 对结果影响较小。当 $\mu_{ij} > T$ 时, 增强隶属度 μ_{ij} ; 反之, $\mu_{ij} < T$ 时则压缩隶属度 μ_{ij} 。

[0067] (4.4) 通过对新的模糊特征平面进行逆变换, 得到增强的低频子带系数 x'_{ij} 。

[0068] 采用的逆变换式如下:

$$[0069] \quad x'_{ij} = T^{-1}(\mu_{ij}),$$

$$[0070] \quad x'_{ij} = (x_{\max} - x_{\min}) \times \mu'_{ij} + x_{\min}。$$

[0071] (5) 对处理后的低频系数和高频系数利用现有技术中的小波反变换进行重构, 完成对东巴古籍图像的增强。

[0072] 综上所述, 本发明在使用时, 相比于现有技术中采用直方图均衡对东巴古籍图像进行图像增强效果 (如图4所示), 或采用小波阈值滤波对东巴古籍图像进行图像增强的效果 (如图5所示), 本发明的东巴古籍图像增强效果较好 (如图3所示), 本发明不仅增强了图像细节和提高了对比度, 而且取得了很好的降噪效果。

[0073] 上述各实施例仅用于说明本发明, 各部件的结构、尺寸、设置位置及形状都是可以有所变化的, 在本发明技术方案的基础上, 凡根据本发明原理对个别部件进行的改进和等同变换, 均不应排除在本发明的保护范围之外。

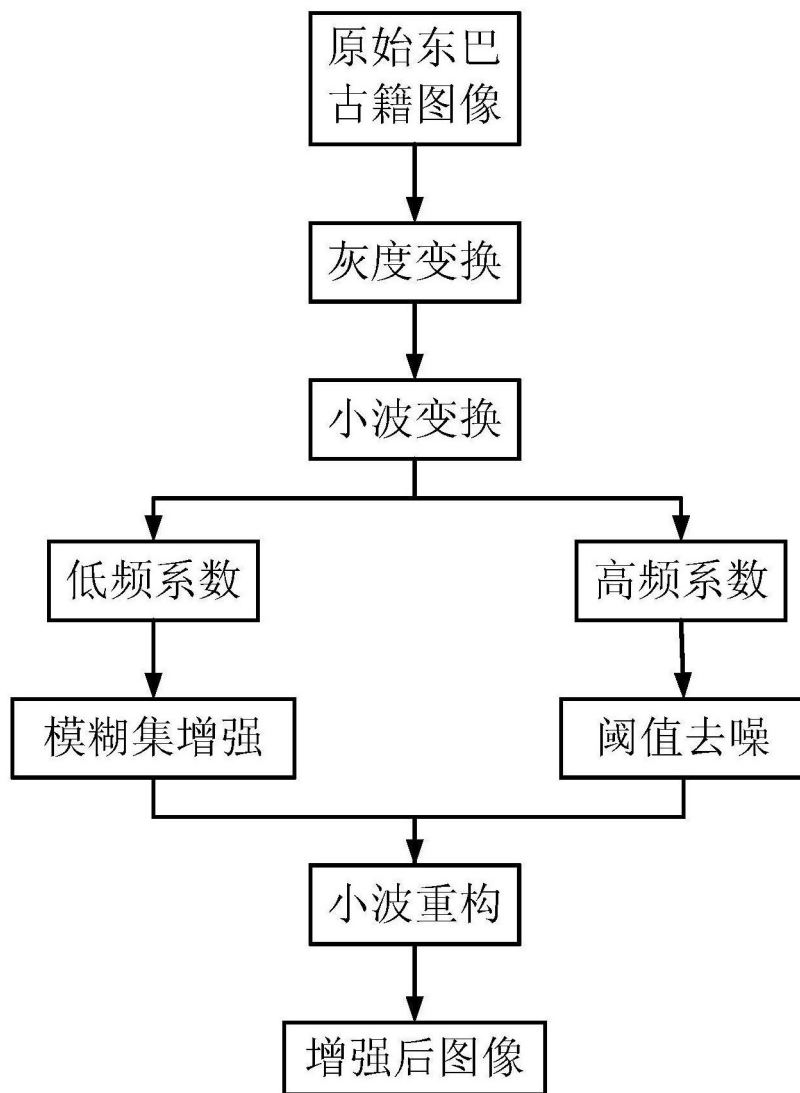


图1



图2



图3



图4



图5