



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112330657 B

(45) 授权公告日 2024.06.07

(21) 申请号 202011314950.3

(22) 申请日 2020.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112330657 A

(43) 申请公布日 2021.02.05

(73) 专利权人 湖南优象科技有限公司

地址 410000 湖南省长沙市高新开发区尖山路39号中电软件园总部大楼五楼501室

(72) 发明人 罗文峰

(74) 专利代理机构 上海波拓知识产权代理有限公司 31264

专利代理师 蔡光仟

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 7/90 (2017.01)

G06T 5/90 (2024.01)

G06V 10/74 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 106709958 A, 2017.05.24

CN 108053393 A, 2018.05.18

CN 109325550 A, 2019.02.12

CN 111507426 A, 2020.08.07

CN 111598837 A, 2020.08.28

US 2003113021 A1, 2003.06.19

邓杰航等. 基于扩展梯度算子的结构相似度图像质量评价方法. 《科学技术与工程》. 2018, 第18卷(第27期), 42-47.

王盛春. 基于视觉感知的无参考图像质量评价. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》. 2018, (第01期), 1-70. (续)

审查员 傅志良

权利要求书5页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

一种基于灰度特性的图像质量评估方法及系统

(57) 摘要

一种基于灰度特性的图像质量评估方法及系统,方法包括如下步骤:步骤S1:将参考图像和待评估图像进行分块处理,分别分成预设大小的第一子块图像和第二子块图像;步骤S2:计算每个所述第一子块图像和所述第二子块图像的灰度特性指标;步骤S3:根据所述灰度特性指标将所述第一子块图像和所述第二子块图像分成第一类别和第二类别;步骤S4:分别提取所述第一类别中每个所述第一子块图像的第一特征和每个所述第二子块图像的第二特征;步骤S5:分别提取所述第二类别中每个所述第一子块图像的第三特征和每个所述第二子块图像的第四特征。本发明能够准确的对图像的质量进行评估,且算

法简单,充分考虑了像素之间的相关性,具有很高的实用价值。



CN 112330657 B

[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

Mohammed Ahmed Hassan, Mazen Sheikh
Bashraheel. Color-based structural

similarity image quality assessment.《2017
8th International Conference on
Information Technology (ICIT)》.2017,691-
696.

1. 一种基于灰度特性的图像质量评估方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤S1:将参考图像和待评估图像进行分块处理,分别分成预设大小的第一子块图像和第二子块图像,分别记为 $\{A_n(x,y) | n=1, \dots, N\}$ 和 $\{B_n(x,y) | n=1, \dots, N\}$,其中N表示分块后所有子块的数目;

步骤S2:计算每个所述第一子块图像和所述第二子块图像的灰度特性指标;

步骤S3:根据所述灰度特性指标将所述第一子块图像和所述第二子块图像分成第一类别和第二类别;

步骤S4:分别提取所述第一类别中每个所述第一子块图像的第一特征和每个所述第二子块图像的第二特征;

步骤S5:分别提取所述第二类别中每个所述第一子块图像的第三特征和每个所述第二子块图像的第四特征;

步骤S6:根据所述第一特征及所述第二特征,计算得到所述第一类别的第一相似指标;

步骤S7:根据所述第三特征及所述第四特征,计算得到所述第二类别的第二相似指标;

步骤S8:根据所述第一相似指标及所述第二相似指标,计算所述参考图像和所述待评估图像最终的相似度;

步骤S6包括:

步骤S61:任选一个所述第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 以及与所述第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 相对应的所述第二子块图像 $B1_{n1}(x,y)$,得到每一对子块图像的相似程度 $E1_{n1}$:

$$\begin{cases} c_{n1} = \text{sum}(|VA1_{n1} - VB1_{n1}|) + 0.1 \times \text{sum}(|A1_{n1} - B1_{n1}|) \\ E1_{n1} = \frac{1}{1 + c_{n1}^2} \end{cases} \quad \text{其中sum表示求和运算;}$$

步骤S62:对所有所述 $E1_{n1}$ 求和,得到所述第一相似指标 $E1: E1 = \sum_{n1=1}^{N1} E1_{n1}$;

所述第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 为灰度特性指标 $lable=1$ 的第一子块图像集合 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第一子块图像;

所述第二子块图像 $B1_{n1}(x,y)$ 为灰度特性指标 $lable=1$ 的第二子块图像集合 $\{B1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第二子块图像;

所述第一特征 $VA1_{n1}$, 所述第二特征 $VB1_{n1}$;

步骤S7包括:

步骤S71:任选一个所述第二子块图像 $A2_{n2}(x,y)$ 以及与所述第二子块图像 $A2_{n2}(x,y)$ 相对应的所述第一子块图像 $B2_{n2}(x,y)$,得到每一对子块图像的相似程度 $E2_{n2}$:

$$\begin{cases} c_{n2} = \text{sum}(|GA2_{n2} - GB2_{n2}| \cdot \exp(|PA2_{n2} - PB2_{n2}|)) \\ E2_{n2} = \frac{1}{1 + c_{n2}} \end{cases} \quad \text{其中sum表示求和运算, } \cdot \times \text{表示点}$$

乘运算;

步骤S72:对所有所述 $E2_{n2}$ 求和,得到所述第二相似指标 $E2: E2 = \sum_{n2=1}^{N2} E2_{n2}$;

所述 $A_{2_{n_2}}(x,y)$ 为灰度特性指标 $lable=2$ 的第一子块图像集合 $\{A_{2_n}(x,y) | n=1, \dots, N_2\}$ 中的任一第一子块图像;

所述 $B_{2_{n_2}}(x,y)$ 灰度特性指标 $lable=2$ 的第二子块图像集合 $\{B_{2_n}(x,y) | n=1, \dots, N_2\}$ 中的任一第二子块图像;

所述 $GA_{2_{n_2}}(x,y)$ 为第一梯度幅值,所述 $GB_{2_{n_2}}(x,y)$ 为第二梯度幅值, $PA_{2_{n_2}}$ 为第三特征,所述 $PB_{2_{n_2}}$ 为第四特征;

所述步骤S8具体为:所述相似度 E' 为所述第一相似指标及所述第二相似指标之和,具体公式如下: $E' = E_1 + E_2$ 。

2.如权利要求1所述的基于灰度特性的图像质量评估方法,其特征在于,选取任一所述第一子块图像 $A_{n_1}(x,y)$,所述步骤S2包括:

步骤S21:随机在 $A_{n_1}(x,y)$ 上选择10个点,分别以所述10个点为中心,直径为7mm的领域内,计算灰度均值,共得到10个所述灰度均值 $\{\alpha_i | i=1, \dots, 10\}$,统计10个所述灰度均值的差异度 E ,具体公式如下: $E = \sum_{i=1}^{10} |\alpha_i - b|$, 其中 $b = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \alpha_i$;

步骤22:当所述差异度 $E < 15$ 时,令所述第一子块图像 $A_{n_1}(x,y)$ 以及相对应的所述第二子块图像 $B_{n_1}(x,y)$ 的灰度特性指标 $lable=1$;否则 $lable=2$ 。

3.如权利要求2所述的基于灰度特性的图像质量评估方法,其特征在于,在所述步骤S3中,

所述第一类别具体为:所述灰度特性指标 $lable=1$ 的第一子块图像集合 $\{A_{1_n}(x,y) | n=1, \dots, N_1\}$ 及与所述 $\{A_{1_n}(x,y) | n=1, \dots, N_1\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B_{1_n}(x,y) | n=1, \dots, N_1\}$,其中 N_1 表示所述灰度特性指标 $lable=1$ 的子块的数目;

所述第二类别具体为:所述灰度特性指标 $lable=2$ 的第一子块图像集合 $\{A_{2_n}(x,y) | n=1, \dots, N_2\}$ 及与所述 $\{A_{2_n}(x,y) | n=1, \dots, N_2\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B_{2_n}(x,y) | n=1, \dots, N_2\}$,其中 N_2 表示所述灰度特性指标 $lable=2$ 的子块的数目。

4.如权利要求3所述的基于灰度特性的图像质量评估方法,其特征在于,选取所述 $\{A_{1_n}(x,y) | n=1, \dots, N_1\}$ 中的任一第一子块图像 $A_{1_{n_1}}(x,y)$,所述步骤S4包括:

步骤S41:将所述 $A_{1_{n_1}}(x,y)$ 分成十六等分,统计该所述第一子块图像的灰度直方图,得到一个十六维的向量,记为 $v_{1_{n_1}}$;

步骤S42:计算所述第一子块图像的均值和方差,将其作为特征保存起来,使得每个所述第一子块图像得到一个二维的向量,记为 $v_{2_{n_1}}$;

步骤S43:将所述 $v_{1_{n_1}}$ 和所述 $v_{2_{n_1}}$ 合在一起,得到所述第一子块图像 $A_{1_{n_1}}(x,y)$ 的第一特征为一个十八维的向量,最终得到所述第一特征,记为 $VA_{1_{n_1}}$;

选取所述 $\{B_{1_n}(x,y) | n=1, \dots, N_1\}$ 中的任一第二子块图像 $B_{1_{n_1}}(x,y)$,所述第二特征的计算方式与所述步骤S41、步骤S42、步骤S43的计算方式一致,最终得到所述第二特征,记为 $VB_{1_{n_1}}$ 。

5.如权利要求4所述的基于灰度特性的图像质量评估方法,其特征在于,选取所述 $\{A_{2_n}(x,y) | n=1, \dots, N_2\}$ 中的任一第一子块图像 $A_{2_{n_2}}(x,y)$,所述步骤S5包括:

步骤S51:利用sobel算子分别计算所述 $A_{2_{n_2}}(x,y)$ 的水平方向梯度信息 G_1 和垂直方向梯

度信息 G_2 : $\begin{cases} G_1 = S \otimes A2_{n_2} \\ G_2 = S' \otimes A2_{n_2} \end{cases}$, 其中 $S = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ \otimes 表示卷积运算;

步骤S52: 利用所述 G_1 和所述 G_2 计算第一梯度幅值 $GA2_{n_2}(x, y)$ 和第一梯度方向 $QA2_{n_2}(x,$

$y)$, 具体公式如下: $\begin{cases} GA2_{n_2} = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \\ QA2_{n_2} = \tan^{-1}(\frac{G_2}{G_1}) \end{cases}$;

步骤S53: 根据所述第一梯度方向 $QA2_{n_2}(x, y)$, 最终计算所述第三特征为 $PA2_{n_2}(x, y)$, 具

体为: $PA2_{n_2}(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } QA2_{n_2} \in (-\pi/2, -\pi/6) \\ 2, & \text{if } QA2_{n_2} \in [-\pi/6, \pi/6) \\ 3, & \text{if } QA2_{n_2} \in [\pi/6, \pi/2) \end{cases}$;

选取所述 $\{B2_n(x, y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第二子块图像 $B2_{n_2}(x, y)$, 所述第四特征的计算方式与所述步骤S51、步骤S52、步骤S53的计算方式一致, 最终得到第二梯度幅值 $GB2_{n_2}(x, y)$ 和所述第四特征为: $PB2_{n_2}(x, y)$ 。

6. 一种基于灰度特性的图像质量评估系统, 其特征在于, 包括分离模块、分类模块、提取模块与计算模块,

所述分离模块用于将参考图像和待评估图像进行分块处理, 分别分成预设大小的第一子块图像和第二子块图像, 分别记为 $\{A_n(x, y) | n=1, \dots, N\}$ 和 $\{B_n(x, y) | n=1, \dots, N\}$, 其中 N 表示分块后所有子块的数目;

所述计算模块用于计算每个所述第一子块图像和所述第二子块图像的灰度特性指标;

所述分类模块用于根据所述灰度特性指标将所述第一子块图像和所述第二子块图像分成第一类别和第二类别;

所述提取模块用于分别提取所述第一类别中每个所述第一子块图像的第一特征和每个所述第二子块图像的第二特征, 以及分别提取所述第二类别中每个所述第一子块图像的第三特征和每个所述第二子块图像的第四特征;

所述计算模块还用于根据所述第一特征及所述第二特征, 计算得到所述第一类别的第一相似指标, 并根据所述第三特征及所述第四特征, 计算得到所述第二类别的第二相似指标, 以及根据所述第一相似指标及所述第二相似指标, 计算所述参考图像和所述待评估图像最终的相似度;

所述第一相似指标的获取方式为: 任选一个所述 $A1_{n_1}(x, y)$ 以及与所述 $A1_{n_1}(x, y)$ 相对应的所述 $B1_{n_1}(x, y)$, 得到每一对子块图像的相似程度 $E1_{n_1}$:

$\begin{cases} c_{n_1} = \text{sum}(|VA1_{n_1} - VB1_{n_1}|) + 0.1 \times \text{sum}(|A1_{n_1} - B1_{n_1}|) \\ E1_{n_1} = \frac{1}{1 + c_{n_1}^2} \end{cases}$ 其中sum表示求和运算; 对所有所述

$E1_{n_1}$ 求和, 得到所述第一相似指标 $E1$: $E1 = \sum_{n_1=1}^{N1} E1_{n_1}$;

所述 $A1_{n1}(x,y)$ 为灰度特性指标 $lable=1$ 的第一子块图像集合 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第一子块图像;

所述 $B1_{n1}(x,y)$ 灰度特性指标 $lable=1$ 的第二子块图像集合 $\{B1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第二子块图像;

所述 $VA1_{n1}$ 为第一特征, 所述 $VB1_{n1}$ 为第二特征;

所述第二相似指标的获取方式为: 任选一个所述 $A2_{n2}(x,y)$ 以及与所述 $A2_{n2}(x,y)$ 相对应的所述 $B2_{n2}(x,y)$, 得到每一对子块图像的相似程度 $E2_{n2}$:

$$\begin{cases} c_{n2} = \text{sum}(|GA2_{n2} - GB2_{n2}| \cdot \exp|PA2_{n2} - PB2_{n2}|) \\ E2_{n2} = \frac{1}{1 + c_{n2}} \end{cases} \quad \text{其中sum表示求和运算, } \cdot \times \text{表示点}$$

乘运算; 对所有所述 $E2_{n2}$ 求和, 得到所述第二相似指标 $E2$: $E2 = \sum_{n2=1}^{N2} E2_{n2}$;

所述 $A2_{n2}(x,y)$ 为灰度特性指标 $lable=2$ 的第一子块图像集合 $\{A2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第一子块图像;

所述 $B2_{n2}(x,y)$ 灰度特性指标 $lable=2$ 的第二子块图像集合 $\{B2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第二子块图像;

所述 $GA2_{n2}(x,y)$ 为第一梯度幅值, 所述 $GB2_{n2}(x,y)$ 为第二梯度幅值, $PA2_{n2}$ 为第三特征, 所述 $PB2_{n2}$ 为第四特征;

所述参考图像和所述待评估图像最终的相似度的获取方式为: 所述相似度 E' 为所述第一相似指标及所述第二相似指标之和, 具体公式如下: $E' = E1 + E2$ 。

7. 如权利要求6所述的基于灰度特性的图像质量评估系统, 其特征在于, 选取任一所述第一子块图像 $A_{n1}(x,y)$, 所述灰度特性指标的获取方式为: 随机在 $A_{n1}(x,y)$ 上选择10个点, 分别以所述10个点为中心, 直径为7mm的领域内, 计算灰度均值, 共得到10个所述灰度均值

$\{\alpha_i | i=1, \dots, 10\}$, 统计10个所述灰度均值的差异度 E , 具体公式如下: $E = \sum_{i=1}^{10} |\alpha_i - b|$ 其中

$$b = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \alpha_i ;$$

当所述差异度 $E < 15$ 时, 令所述第一子块图像 $A_{n1}(x,y)$ 以及相对应的所述第二子块图像 $B_{n1}(x,y)$ 的灰度特性指标 $lable=1$; 否则 $lable=2$;

所述第一类别具体为: 所述灰度特性指标 $lable=1$ 的第一子块图像集合 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 及与所述 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$, 其中 $N1$ 表示所述灰度特性指标 $lable=1$ 的子块的数目;

所述第二类别具体为: 所述灰度特性指标 $lable=2$ 的第一子块图像集合 $\{A2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 及与所述 $\{A2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$, 其中 $N2$ 表示所述灰度特性指标 $lable=2$ 的子块的数目;

选取所述 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$, 所述第一特征的获取方式为: 将所述 $A1_{n1}(x,y)$ 分成十六等分, 统计该所述第一子块图像的灰度直方图, 得到

一个十六维的向量,记为 $v1_{n1}$;

计算所述第一子块图像的均值和方差,将其作为特征保存起来,使得每个所述第一子块图像得到一个二维的向量,记为 $v2_{n1}$;

将所述 $v1_{n1}$ 和所述 $v2_{n1}$ 合在一起,得到所述第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 的第一特征为一个十八维的向量,最终得到所述第一特征,记为 $VA1_{n1}$;

选取所述 $\{B1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第二子块图像 $B1_{n1}(x,y)$,所述第二特征的获取方式为:与所述第一特征的获取方式一致,最终得到所述第二特征,记为 $VB1_{n1}$;

选取所述 $\{A2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第一子块图像 $A2_{n2}(x,y)$,所述第三特征的获取方式为:利用sobel算子分别计算所述 $A2_{n2}(x,y)$ 的水平方向梯度信息 G_1 和垂直方向梯

$$\text{度信息 } G_2: \begin{cases} G_1 = S \otimes A2_{n2} \\ G_2 = S' \otimes A2_{n2} \end{cases}, \text{ 其中 } S = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \otimes \text{表示卷积运算};$$

利用所述 G_1 和所述 G_2 计算第一梯度幅值 $GA2_{n2}(x,y)$ 和第一梯度方向 $QA2_{n2}(x,y)$,具体公

$$\text{式如下: } \begin{cases} GA2_{n2} = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \\ QA2_{n2} = \tan^{-1}\left(\frac{G_2}{G_1}\right) \end{cases};$$

根据所述第一梯度方向 $QA2_{n2}(x,y)$,最终计算所述第三特征为 $PA2_{n2}(x,y)$,具体为:

$$PA2_{n2}(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } QA2_{n2} \in (-\pi/2, -\pi/6) \\ 2, & \text{if } QA2_{n2} \in [-\pi/6, \pi/6) \\ 3, & \text{if } QA2_{n2} \in [\pi/6, \pi/2) \end{cases};$$

选取所述 $\{B2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第二子块图像 $B2_{n2}(x,y)$,所述第四特征的获取方式为:与所述第三特征的获取方式一致,最终得到第二梯度幅值 $GB2_{n2}(x,y)$ 和所述第四特征为: $PB2_{n2}(x,y)$ 。

一种基于灰度特性的图像质量评估方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,特别是涉及一种基于灰度特性的图像质量评估方法及系统。

背景技术

[0002] 随着多媒体技术的迅猛发展,数字图像因其直观、真切、丰富的特点受到了人们的广泛青睐。数字图像在图像的处理过程中,例如图像的成像系统、图像的存储设备、传输的介质以及图像在终端的处理机制等因素,都不可避免地造成图像的失真,而图像的失真度可以直接地反映出多媒体传输系统的性能及其服务质量。所以,图像质量评估算法作为图像质量优劣的客观评估准则,是评判多媒体传输系统性能的一个重要指标。

[0003] 根据获取参考信息的多少可将质量评价方法分为全参考质量评价、无参考质量评价和半参考质量评价 3 种。其中,全参考图像质量评估算法使用了原始图像作为失真图像的参照图像;半参考图像质量评估算法中仅使用了部分参照图像的信息;无参考图像质量评估算法没有使用任何的参照图像中的信息作为先验数据。

[0004] 目前最常用的方法是全参考图像质量评估算法。传统的全参考客观图像质量评估算法有均方误差和峰值信噪比,由于其简单的计算方法和清晰的物理意义一直被广泛使用,但这些算法只是从统计意义上对图像进行分析,没有考虑到像素之间的相关性。

[0005] 前面的叙述在于提供一般的背景信息,并不一定构成现有技术。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种能够准确的对图像的质量进行评估,且算法简单,充分考虑了像素之间的相关性,具有很高的实用价值的基于灰度特性的图像质量评估方法及系统。

[0007] 本发明提供一种基于灰度特性的图像质量评估方法,包括如下步骤:步骤S1:将参考图像和待评估图像进行分块处理,分别分成预设大小的第一子块图像和第二子块图像,分别记为 $\{A_n(x,y)|n=1,\dots,N\}$ 和 $\{B_n(x,y)|n=1,\dots,N\}$,其中N表示分块后所有子块的数目;步骤S2:计算每个所述第一子块图像和所述第二子块图像的灰度特性指标;步骤S3:根据所述灰度特性指标将所述第一子块图像和所述第二子块图像分成第一类别和第二类别;步骤S4:分别提取所述第一类别中每个所述第一子块图像的第一特征和每个所述第二子块图像的第二特征;步骤S5:分别提取所述第二类别中每个所述第一子块图像的第三特征和每个所述第二子块图像的第四特征;步骤S6:根据所述第一特征及所述第二特征,计算得到所述第一类别的第一相似指标;步骤S7:根据所述第三特征及所述第四特征,计算得到所述第二类别的第二相似指标;步骤S8:根据所述第一相似指标及所述第二相似指标,计算所述参考图像和所述待评估图像最终的相似度。

[0008] 进一步地,选取任一所述第一子块图像 $A_m(x,y)$,所述步骤S2包括:步骤S21:随机

在 $A_m(x, y)$ 上选择10个点,分别以所述10个点为中心,直径为7 mm的领域内,计算灰度均值,共得到10个所述灰度均值 $\{\alpha_i | i=1, \dots, 10\}$,统计10个所述灰度均值的差异度 E ,具体公式如下:

$E = \sum_{i=1}^{10} |\alpha_i - b|$, 其中 $b = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \alpha_i$; 步骤22: 当所述差异度 $E < 15$ 时,令所述第一子块图像

$A_m(x, y)$ 以及相对应的所述第二子块图像 $B_m(x, y)$ 的灰度特性指标 $lable = 1$; 否则 $lable = 2$ 。

[0009] 进一步地,在所述步骤S3中,所述第一类别具体为:所述灰度特性指标 $lable = 1$ 的第一子块图像集合 $\{A1_n(x, y) | n=1, \dots, N1\}$ 及与所述 $\{A1_n(x, y) | n=1, \dots, N1\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B1_n(x, y) | n=1, \dots, N1\}$, 其中 $N1$ 表示所述灰度特性指标 $lable = 1$ 的子块的数目; 所述第二类别具体为:所述灰度特性指标 $lable = 2$ 的第一子块图像集合 $\{A2_n(x, y) | n=1, \dots, N2\}$ 及与所述 $\{A2_n(x, y) | n=1, \dots, N2\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B2_n(x, y) | n=1, \dots, N2\}$, 其中 $N2$ 表示所述灰度特性指标 $lable = 2$ 的子块的数目。

[0010] 进一步地,选取所述 $\{A1_n(x, y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第一子块图像 $A1_m(x, y)$, 所述步骤S4包括:步骤S41:将所述 $A1_m(x, y)$ 分成十六等分,统计该所述第一子块图像的灰度直方图,得到一个十六维的向量,记为 $v1_m$; 步骤S42:计算所述第一子块图像的均值和方差,将其作为特征保存起来,使得每个所述第一子块图像得到一个二维的向量,记为 $v2_m$; 步骤S43:将所述 $v1_m$ 和所述 $v2_m$ 合在一起,得到所述第一子块图像 $A1_m(x, y)$ 的第一特征为一个十八维的向量,最终得到所述第一特征,记为 $V A1_m$; 选取所述 $\{B1_n(x, y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第二子块图像 $B1_m(x, y)$, 所述第二特征的计算方式与所述步骤S41、步骤S42、步骤S43的计算方式一致,最终得到所述第二特征,记为 $V B1_m$ 。

[0011] 进一步地,选取所述 $\{A2_n(x, y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第一子块图像 $A2_{n2}(x, y)$, 所述步骤S5包括:步骤S51:利用sobel算子分别计算所述 $A2_{n2}(x, y)$ 的水平方向梯度信息 G_1 和

垂直方向梯度信息 G_2 : $\begin{cases} G_1 = S \otimes A2_{n2} \\ G_2 = S' \otimes A2_{n2} \end{cases}$, 其中 $S = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$, \otimes 表示卷积运算; 步骤S52:

利用所述 G_1 和所述 G_2 计算第一梯度幅值 $GA2_{n2}(x, y)$ 和第一梯度方向 $QA2_{n2}(x, y)$, 具体公

式如下: $\begin{cases} GA2_{n2} = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \\ QA2_{n2} = \tan^{-1}(\frac{G_2}{G_1}) \end{cases}$; 步骤S53:根据所述第一梯度方向 $QA2_{n2}(x, y)$, 最终计算所述

第三特征为 $PA2_{n2}(x, y)$, 具体为: $PA2_{n2}(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } QA2_{n2} \in (-\pi/2, -\pi/6) \\ 2, & \text{if } QA2_{n2} \in [-\pi/6, \pi/6] \\ 3, & \text{if } QA2_{n2} \in [\pi/6, \pi/2) \end{cases}$; 选取所述

$\{B2_n(x, y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第二子块图像 $B2_{n2}(x, y)$, 所述第四特征的计算方式与所述步骤S51、步骤S52、步骤S53的计算方式一致, 最终得到第二梯度幅度 $GB2_{n2}(x, y)$ 和所述第四特征为: $PB2_{n2}(x, y)$ 。

[0012] 进一步地, 步骤S6包括: 步骤S61: 任选一个所述 $A1_{m1}(x, y)$ 以及与所述 $A1_{m1}(x, y)$ 相对应的所述 $B1_{m1}(x, y)$, 得到每一对子块图像的相似程度 $E1_{m1}$:

$$\begin{cases} c_{m1} = \text{sum}(|VA1_{m1} - VB1_{m1}|) + 0.1 \times \text{sum}(|A1_{m1} - B1_{m1}|) \\ E1_{m1} = \frac{1}{1 + c_{m1}^2} \end{cases}, \text{其中 } \text{sum} \text{ 表示求和运算; 步骤S62: 对所有}$$

所述 $E1_{m1}$ 求和, 得到所述第一相似指标 $E1$: $E1 = \sum_{n=1}^{N1} E1_n$ 。

[0013] 进一步地, 所述步骤S7包括: 步骤S71: 任选一个所述 $A2_{n2}(x, y)$ 以及与所述 $A2_{n2}(x, y)$ 相对应的所述 $B2_{n2}(x, y)$, 得到每一对子块图像的相似程度 $E2_{n2}$:

$$\begin{cases} c_{n2} = \text{sum}(|GA2_{n2} - GB2_{n2}| \cdot \exp|PA2_{n2} - PB2_{n2}|) \\ E2_{n2} = \frac{1}{1 + c_{n2}} \end{cases}, \text{其中 } \text{sum} \text{ 表示求和运算, } \cdot \text{ 表示点乘运}$$

算; 步骤S72: 对所有所述 $E2_{n2}$ 求和, 得到所述第二相似指标 $E2$: $E2 = \sum_{n=1}^{N2} E2_n$ 。

[0014] 进一步地, 所述步骤S8具体为: 所述相似度E为所述第一相似指标及所述第二相似指标之和, 具体公式如下: $E = E1 + E2$ 。

[0015] 本发明还提供一种基于灰度特性的图像质量评估系统, 包括分离模块、分类模块、提取模块与计算模块, 所述分离模块用于将参考图像和待评估图像进行分块处理, 分别分成预设大小的第一子块图像和第二子块图像, 分别记为 $\{A_n(x, y) | n=1, \dots, N\}$ 和 $\{B_n(x, y) | n=1, \dots, N\}$, 其中N表示分块后所有子块的数目; 所述计算模块用于计算每个所述第一子块图像和所述第二子块图像的灰度特性指标; 所述分类模块用于根据所述灰度特性指标将所述第一子块图像和所述第二子块图像分成第一类别和第二类别; 所述提取模块用于分别提取所述第一类别中每个所述第一子块图像的第一特征和每个所述第二子块图像的第二特征, 以及分别提取所述第二类别中每个所述第一子块图像的第三特征和每个所述第二子块图像的第四特征; 所述计算模块还用于根据所述第一特征及所述第二特征, 计算得到所述第一类别的第一相似指标, 并根据所述第三特征及所述第四特征, 计算得到所述第二类别的第二相似指标, 以及根据所述第一相似指标及所述第二相似指标, 计算所述参

考图像和所述待评估图像最终的相似度。

[0016] 进一步地,选取任一所述第一子块图像 $A_{n1}(x,y)$,所述灰度特性指标的获取方式为:随机在 $A_{n1}(x,y)$ 上选择10个点,分别以所述10个点为中心,直径为7 mm的领域内,计算灰度均值,共得到10个所述灰度均值 $\{\alpha_i | i=1, \dots, 10\}$,统计10个所述灰度均值的差异度 E ,具体公式如下: $E = \sum_{i=1}^{10} |\alpha_i - b|$,其中 $b = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \alpha_i$;当所述差异度 $E < 15$ 时,令所述第一子块图像 $A_{n1}(x,y)$ 以及相对应的所述第二子块图像 $B_{n1}(x,y)$ 的灰度特性指标 $lable = 1$;否则 $lable = 2$;所述第一类别具体为:所述灰度特性指标 $lable = 1$ 的第一子块图像集合 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 及与所述 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$,其中 $N1$ 表示所述灰度特性指标 $lable = 1$ 的子块的数目;所述第二类别具体为:所述灰度特性指标 $lable = 2$ 的第一子块图像集合 $\{A2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 及与所述 $\{A2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$,其中 $N2$ 表示所述灰度特性指标 $lable = 2$ 的子块的数目;选取所述 $\{A1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$,所述第一特征的获取方式为:将所述 $A1_{n1}(x,y)$ 分成十六等分,统计该所述第一子块图像的灰度直方图,得到一个十六维的向量,记为 $v1_{n1}$;计算所述第一子块图像的均值和方差,将其作为特征保存起来,使得每个所述第一子块图像得到一个二维的向量,记为 $v2_{n1}$;将所述 $v1_{n1}$ 和所述 $v2_{n1}$ 合在一起,得到所述第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 的第一特征为一个十八维的向量,最终得到所述第一特征,记为 $VA1_{n1}$;选取所述 $\{B1_n(x,y) | n=1, \dots, N1\}$ 中的任一第二子块图像 $B1_{n1}(x,y)$,所述第二特征的获取方式为:与所述第一特征的获取方式一致,最终得到所述第二特征,记为 $VB1_{n1}$;选取所述 $\{A2_n(x,y) | n=1, \dots, N2\}$ 中的任一第一子块图像 $A2_{n2}(x,y)$,所述第三特征的获取方式为:利用sobel算子分别计算所述 $A2_{n2}(x,y)$ 的水平方向梯度信息 G_1 和垂直方向梯度信息 G_2 :

$$\begin{cases} G_1 = S \otimes A2_{n2} \\ G_2 = S' \otimes A2_{n2} \end{cases}, \text{其中 } S = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \otimes \text{ 表示卷积运算; 利用所述 } G_1 \text{ 和所述 } G_2 \text{ 计算第一}$$

梯度幅值 $GA2_{n2}(x,y)$ 和第一梯度方向 $QA2_{n2}(x,y)$,具体公式如下: $\begin{cases} GA2_{n2} = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \\ QA2_{n2} = \tan^{-1}(\frac{G_2}{G_1}) \end{cases}$;根

据所述第一梯度方向 $QA2_{n2}(x,y)$,最终计算所述第三特征为 $PA2_{n2}(x,y)$,具体为:

$$PA2_{n2}(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } QA2_{n2} \in (-\pi/2, -\pi/6) \\ 2, & \text{if } QA2_{n2} \in [-\pi/6, \pi/6]; \text{ 选取所述 } \{B2_n(x, y) | n=1, \dots, N2\} \text{ 中的任一第} \\ 3, & \text{if } QA2_{n2} \in [\pi/6, \pi/2) \end{cases}$$

二子块图像 $B2_{n2}(x, y)$, 所述第四特征的获取方式为: 与所述第三特征的获取方式一致, 最终得到第二梯度幅度 $GB2_{n2}(x, y)$ 和所述第四特征为: $PB2_{n2}(x, y)$; 所述第一相似指标的获取方式为: 任选一个所述 $A1_{n1}(x, y)$ 以及与所述 $A1_{n1}(x, y)$ 相对应的所述 $B1_{n1}(x, y)$, 得到每一

$$\text{对子块图像的相似程度 } E1_{n1} : \begin{cases} c_{n1} = \text{sum}(|VA1_{n1} - VB1_{n1}|) + 0.1 \times \text{sum}(|A1_{n1} - B1_{n1}|) \\ E1_{n1} = \frac{1}{1 + c_{n1}^2} \end{cases}, \text{ 其中 } \text{sum} \text{ 表}$$

示求和运算; 对所有所述 $E1_{n1}$ 求和, 得到所述第一相似指标 $E1$: $E1 = \sum_{n=1}^{N1} E1_n$; 所述第二相似

指标的获取方式为: 任选一个所述 $A2_{n2}(x, y)$ 以及与所述 $A2_{n2}(x, y)$ 相对应的所述

$$B2_{n2}(x, y), \text{ 得到每一对子块图像的相似程度 } E2_{n2} : \begin{cases} c_{n2} = \text{sum}(|GA2_{n2} - GB2_{n2}| \cdot \exp|PA2_{n2} - PB2_{n2}|) \\ E2_{n2} = \frac{1}{1 + c_{n2}^2} \end{cases},$$

其中 sum 表示求和运算, \cdot 表示点乘运算; 对所有所述 $E2_{n2}$ 求和, 得到所述第二相似指标

$E2$: $E2 = \sum_{n=1}^{N2} E2_n$; 所述参考图像和所述待评估图像最终的相似度的获取方式为: 所述相似

度 E 为所述第一相似指标及所述第二相似指标之和, 具体公式如下: $E = E1 + E2$ 。

[0017] 本发明提供的基于灰度特性的图像质量评估方法及系统通过计算所述参考图像和所述待评估图像最终的相似度, 从而能够准确的对图像的质量进行评估, 且算法简单, 充分考虑了像素之间的相关性, 具有很高的实用价值。

附图说明

[0018] 图1为本发明实施例的基于灰度特性的图像质量评估方法的第一流程示意图。

[0019] 图2为图1所示基于灰度特性的图像质量评估方法的第二流程示意图。

[0020] 图3为图1所示基于灰度特性的图像质量评估方法中计算灰度特性指标的具体流程图。

[0021] 图4为图1所示基于灰度特性的图像质量评估方法中提取第一特征的具体流程图。

[0022] 图5为图1所示基于灰度特性的图像质量评估方法中提取第三特征的具体流程图。

[0023] 图6为图1所示基于灰度特性的图像质量评估方法中计算第一相似指标的具体流程图。

[0024] 图7为图1所示基于灰度特性的图像质量评估方法中计算第二相似指标的具体流程图。

[0025] 图8为本发明实施例的基于灰度特性的图像质量评估系统的结构示意图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0027] 如图1至图7所示,本实施例中,提供一种基于灰度特性的图像质量评估方法,包括如下步骤:

[0028] 步骤S1:将参考图像和待评估图像进行分块处理,分别分成预设大小的第一子块图像和第二子块图像,分别记为 $\{A_n(x,y)|n=1,\dots,N\}$ 和 $\{B_n(x,y)|n=1,\dots,N\}$,其中N表示分块后所有子块的数目。

[0029] 本实施例中,参考图像和待评估图像均为RGB(光学三原色,R代表红色、G代表绿色、B代表蓝色)图像,是最佳的色彩模式。本实施例中,将参考图像和待评估图像分成预设大小为 $100\times 100\text{mm}$ 的第一子块图像和第二子块图像。在其他实施例中,预设大小还可为 $50\times 50\text{mm}$ 、 $80\times 80\text{mm}$ 等其他数值。

[0030] 步骤S2:计算每个第一子块图像和第二子块图像的灰度特性指标。

[0031] 具体地,基于人类灰度特性,计算灰度特性指标。在具体应用实例中,选取任一第一子块图像 $A_n(x,y)$ 进行说明,如图3所示的基于灰度特性的图像质量评估方法中计算灰度特性指标的具体流程图。在其他实施例中,也可选取任一第二子块图像 $B_n(x,y)$ 进行说明。本发明的上述步骤S2的详细流程包括:

[0032] 步骤S21:随机在 $A_n(x,y)$ 上选择10个点,分别以10个点为中心,直径为7mm的领域内,计算灰度均值,共得到10个灰度均值 $\{\alpha_i|i=1,\dots,10\}$,统计10个灰度均值的差异度 E ,具体公式如下: $E = \sum_{i=1}^{10} |\alpha_i - b|$,其中 $b = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \alpha_i$ 。

[0033] 步骤22:当差异度 $E < 15$ 时,令第一子块图像 $A_n(x,y)$ 以及相对应的第二子块图像 $B_n(x,y)$ 的灰度特性指标 $lable = 1$;否则 $lable = 2$ 。

[0034] 步骤S3:根据灰度特性指标将第一子块图像和第二子块图像分成第一类别和第二类别。

[0035] 第一类别具体为:灰度特性指标 $lable = 1$ 的子块集合,即为第一子块图像集合 $\{A1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$ 及与 $\{A1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$,其中 $N1$ 表示灰度特性指标 $lable = 1$ 的子块的数目。

[0036] 第二类别具体为:灰度特性指标 $lable = 2$ 的子块集合,即为第一子块图像集合 $\{A2_n(x,y)|n=1,\dots,N2\}$ 及与 $\{A2_n(x,y)|n=1,\dots,N2\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B2_n(x,y)|n=1,\dots,N2\}$,其中 $N2$ 表示灰度特性指标 $lable = 2$ 的子块的数目。

[0037] 步骤S4:分别提取第一类别中每个第一子块图像的第一特征和每个第二子块图像的第二特征。

[0038] 首先,提取第一类别中每个第一子块图像的第一特征,如图4所示的基于灰度特性

的图像质量评估方法中提取第一特征的具体流程图。在具体应用实例中,选取 $\{A1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$ 中的任一第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 进行说明。本发明的上述步骤S4的详细流程包括:

[0039] 步骤S41:将 $A1_{n1}(x,y)$ 分成十六等分,统计该第一子块图像的灰度直方图,得到一个十六维的向量,记为 $v1_{n1}$ 。

[0040] 步骤S42:计算第一子块图像的均值和方差,将其作为特征保存起来,使得每个第一子块图像得到一个二维的向量,记为 $v2_{n1}$ 。

[0041] 步骤S43:将 $v1_{n1}$ 和 $v2_{n1}$ 合在一起,得到第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 的第一特征为一个十八维的向量,最终得到第一特征,记为 $V A1_{n1}$ 。

[0042] 紧接着,提取第一类别中每个第二子块图像的第二特征。在具体应用实例中,选取 $\{B1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$ 中的任一第二子块图像 $B1_{n1}(x,y)$ 进行说明。第二特征的计算方式与上述步骤S41、步骤S42、步骤S43的计算方式一致,在此不再详细阐述。最终得到第二特征,记为 $V B1_{n1}$ 。

[0043] 步骤S5:分别提取第二类别中每个第一子块图像的第三特征和每个第二子块图像的第四特征。

[0044] 首先,提取第二类别中每个第一子块图像的第三特征,如图5所示的基于灰度特性的图像质量评估方法中提取第三特征的具体流程图。在具体应用实例中,选取 $\{A2_n(x,y)|n=1,\dots,N2\}$ 中的任一第一子块图像 $A2_{n2}(x,y)$ 进行说明。本发明的上述步骤S5的详细流程包括:

[0045] 步骤S51:利用sobel(索贝尔)算子分别计算 $A2_{n2}(x,y)$ 的水平方向梯度信息 G_1 和

垂直方向梯度信息 G_2 。具体公式如下:
$$\begin{cases} G_1 = S \otimes A2_{n2} \\ G_2 = S' \otimes A2_{n2} \end{cases}$$
, 其中 $S = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$, \otimes 表示卷积

运算。

[0046] 步骤S52:利用 G_1 和 G_2 计算第一梯度幅值 $GA2_{n2}(x,y)$ 和第一梯度方向 $QA2_{n2}(x,y)$,

具体公式如下:
$$\begin{cases} GA2_{n2} = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \\ QA2_{n2} = \tan^{-1}\left(\frac{G_2}{G_1}\right) \end{cases}$$
。

[0047] 步骤S53:根据第一梯度方向 $QA2_{n2}(x,y)$,最终计算第三特征为 $PA2_{n2}(x,y)$,具体

为:
$$PA2_{n2}(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } QA2_{n2} \in (-\pi/2, -\pi/6) \\ 2, & \text{if } QA2_{n2} \in [-\pi/6, \pi/6) \\ 3, & \text{if } QA2_{n2} \in [\pi/6, \pi/2) \end{cases}$$
。

[0048] 紧接着,提取第二类别中每个第二子块图像的第四特征。在具体应用实例中,选取

$\{B2_n(x, y) | n = 1, \dots, N2\}$ 中的任一第二子块图像 $B2_{n2}(x, y)$ 进行说明。第四特征的计算方式与上述步骤S51、步骤S52、步骤S53的计算方式一致,在此不再详细阐述。最终得到第二梯度幅度 $GB2_{n2}(x, y)$ 和第四特征为: $PB2_{n2}(x, y)$ 。

[0049] 步骤S6:根据上述第一特征及上述第二特征,计算得到第一类别的第一相似指标。

[0050] 本实施例中,具体地为,计算灰度特性指标 $lable = 1$ 的子块集合的相似指标,如图6所示的基于灰度特性的图像质量评估方法中计算第一相似指标的具体流程图。本发明的上述步骤S6的详细流程包括:

[0051] 步骤S61:任选一个 $A1_m(x, y)$ 以及与 $A1_m(x, y)$ 相对应的 $B1_m(x, y)$, 得到每一对子

块图像的相似程度 $E1_m$:
$$\begin{cases} c_m = \text{sum}(|VA1_m - VB1_m|) + 0.1 \times \text{sum}(|A1_m - B1_m|) \\ E1_m = \frac{1}{1 + c_m^2} \end{cases}$$
, 其中 sum 表示求

和运算。

[0052] 步骤S62:对所有 $E1_m$ 求和,得到第一相似指标 $E1$: $E1 = \sum_{n=1}^{N1} E1_n$ 。

[0053] 在步骤S62中,对所有 $E1_m$ 求和,即对灰度特性指标 $lable = 1$ 的所有子块对的相似程度求和。

[0054] 步骤S7:根据上述第三特征及上述第四特征,计算得到第二类别的第二相似指标。

[0055] 本实施例中,具体地为,计算灰度特性指标 $lable = 2$ 的子块集合的相似指标,如图7所示的基于灰度特性的图像质量评估方法中计算第二相似指标的具体流程图。本发明的上述步骤S7的详细流程包括:

[0056] 步骤S71:任选一个 $A2_{n2}(x, y)$ 以及与 $A2_{n2}(x, y)$ 相对应的 $B2_{n2}(x, y)$, 得到每一对

子块图像的相似程度 $E2_{n2}$:
$$\begin{cases} c_{n2} = \text{sum}(|GA2_{n2} - GB2_{n2}| \cdot \exp|PA2_{n2} - PB2_{n2}|) \\ E2_{n2} = \frac{1}{1 + c_{n2}} \end{cases}$$
, 其中 sum 表

示求和运算, \cdot 表示点乘运算。

[0057] 步骤S72:对所有 $E2_{n2}$ 求和,得到第二相似指标 $E2$: $E2 = \sum_{n=1}^{N2} E2_n$ 。

[0058] 在步骤S72中,对所有 $E1_m$ 求和,即对灰度特性指标 $lable = 2$ 的所有子块对的相似程度求和。

[0059] 步骤S8:根据第一相似指标及第二相似指标,计算参考图像和待评估图像最终的相似度。

[0060] 步骤S8具体为:相似度E为第一相似指标及第二相似指标之和,具体公式如下:

$$E = E1 + E2。$$

[0061] 本实施例通过通过计算参考图像和待评估图像最终的相似度,从而能够准确的对图像的质量进行评估,且算法简单,充分考虑了像素之间的相关性,具有很高的实用价值。

[0062] 如图8所示,本发明还提供一种基于灰度特性的图像质量评估系统,包括分离模块80、分类模块81、提取模块82与计算模块83。

[0063] 分离模块80用于将参考图像和待评估图像进行分块处理,分别分成预设大小的第一子块图像和第二子块图像,分别记为 $\{A_n(x,y)|n=1,\dots,N\}$ 和 $\{B_n(x,y)|n=1,\dots,N\}$,其中N表示分块后所有子块的数目。

[0064] 本实施例中,预设大小为 $100\times 100\text{mm}$ 。在其他实施例中,预设大小还可为 $50\times 50\text{mm}$ 、 $80\times 80\text{mm}$ 等其他数值。

[0065] 计算模块83用于计算每个第一子块图像和第二子块图像的灰度特性指标。

[0066] 具体地,选取任一第一子块图像 $A_{n1}(x,y)$ 进行计算灰度特性指标,灰度特性指标的具体获取方式为:

[0067] 随机在 $A_{n1}(x,y)$ 上选择10个点,分别以10个点为中心,直径为7mm的领域内,计算灰度均值,共得到10个灰度均值 $\{\alpha_i|i=1,\dots,10\}$,统计10个灰度均值的差异度E,具体公式

如下: $E = \sum_{i=1}^{10} |\alpha_i - b|$,其中 $b = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \alpha_i$;当差异度 $E < 15$ 时,令第一子块图像 $A_{n1}(x,y)$ 以及相

对应的第二子块图像 $B_{n1}(x,y)$ 的灰度特性指标 $lable = 1$;否则 $lable = 2$ 。

[0068] 分类模块81用于根据灰度特性指标将第一子块图像和第二子块图像分成第一类别和第二类别。

[0069] 具体地,第一类别具体为:灰度特性指标 $lable = 1$ 的第一子块图像集合 $\{A1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$ 及与 $\{A1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$,其中N1表示灰度特性指标 $lable = 1$ 的子块的数目。

[0070] 具体地,第二类别具体为:灰度特性指标 $lable = 2$ 的第一子块图像集合 $\{A2_n(x,y)|n=1,\dots,N2\}$ 及与 $\{A2_n(x,y)|n=1,\dots,N2\}$ 相对应的第二子块图像集合 $\{B2_n(x,y)|n=1,\dots,N2\}$,其中N2表示灰度特性指标 $lable = 2$ 的子块的数目;

[0071] 提取模块82用于分别提取第一类别中每个第一子块图像的第一特征和每个第二子块图像的第二特征,以及分别提取第二类别中每个第一子块图像的第三特征和每个第二子块图像的第四特征。

[0072] 上述第一特征、第二特征、第三特征、第四特征的具体获取方式为:

[0073] 选取 $\{A1_n(x,y)|n=1,\dots,N1\}$ 中的任一第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 进行说明,第一特征的获取方式为:

[0074] 将 $A1_{n1}(x,y)$ 分成十六等分,统计该第一子块图像的灰度直方图,得到一个十六维的向量,记为 $v1_{n1}$;计算第一子块图像的均值和方差,将其作为特征保存起来,使得每个第一子块图像得到一个二维的向量,记为 $v2_{n1}$;将 $v1_{n1}$ 和 $v2_{n1}$ 合在一起,得到第一子块图像 $A1_{n1}(x,y)$ 的第一特征为一个十八维的向量,最终得到第一特征,记为 $V A1_{n1}$ 。

[0075] 选取 $\{B1_n(x, y) | n = 1, \dots, N1\}$ 中的任一第二子块图像 $B1_{n1}(x, y)$ 进行说明, 第二特征的获取方式为:

[0076] 与第一特征的获取方式一致, 最终得到第二特征, 记为 $VB1_{n1}$ 。

[0077] 选取 $\{A2_n(x, y) | n = 1, \dots, N2\}$ 中的任一第一子块图像 $A2_{n2}(x, y)$ 进行说明, 第三特征的获取方式为:

[0078] 利用sobel算子分别计算 $A2_{n2}(x, y)$ 的水平方向梯度信息 G_1 和垂直方向梯度信息

$$G_2 : \begin{cases} G_1 = S \otimes A2_{n2} \\ G_2 = S' \otimes A2_{n2} \end{cases}, \text{其中 } S = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \otimes \text{ 表示卷积运算; 利用 } G_1 \text{ 和 } G_2 \text{ 计算第一梯度}$$

幅值 $GA2_{n2}(x, y)$ 和第一梯度方向 $QA2_{n2}(x, y)$, 具体公式如下: $\begin{cases} GA2_{n2} = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \\ QA2_{n2} = \tan^{-1}(\frac{G_2}{G_1}) \end{cases}$; 根据第

一梯度方向 $QA2_{n2}(x, y)$, 最终计算第三特征为 $PA2_{n2}(x, y)$, 具体为:

$$PA2_{n2}(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } QA2_{n2} \in (-\pi/2, -\pi/6) \\ 2, & \text{if } QA2_{n2} \in [-\pi/6, \pi/6) \\ 3, & \text{if } QA2_{n2} \in [\pi/6, \pi/2) \end{cases}$$

[0079] 选取 $\{B2_n(x, y) | n = 1, \dots, N2\}$ 中的任一第二子块图像 $B2_{n2}(x, y)$ 进行说明, 第四特征的获取方式为:

[0080] 与第三特征的获取方式一致, 最终得到第二梯度幅度 $GB2_{n2}(x, y)$ 和第四特征为: $PB2_{n2}(x, y)$ 。

[0081] 计算模块83还用于根据第一特征及第二特征, 计算得到第一类别的第一相似指标, 并根据第三特征及第四特征, 计算得到第二类别的第二相似指标, 以及根据第一相似指标及第二相似指标, 计算参考图像和待评估图像最终的相似度。

[0082] 第一相似指标的获取方式为:

[0083] 任选一个 $A1_{n1}(x, y)$ 以及与 $A1_{n1}(x, y)$ 相对应的 $B1_{n1}(x, y)$, 得到每一对子块图像的

$$\text{相似程度 } E1_{n1} : \begin{cases} c_{n1} = \text{sum}(|VA1_{n1} - VB1_{n1}|) + 0.1 \times \text{sum}(|A1_{n1} - B1_{n1}|) \\ E1_{n1} = \frac{1}{1 + c_{n1}^2} \end{cases}, \text{其中 } \text{sum} \text{ 表示求和运算;}$$

对所有 $E1_{n1}$ 求和, 得到第一相似指标 $E1 : E1 = \sum_{n=1}^{N1} E1_n$ 。

[0084] 第二相似指标的获取方式为:

[0085] 任选一个 $A2_{n2}(x, y)$ 以及与 $A2_{n2}(x, y)$ 相对应的 $B2_{n2}(x, y)$, 得到每一对子块图像

的相似程度 $E2_{n2}$:
$$\begin{cases} c_{n2} = \text{sum}(|GA2_{n2} - GB2_{n2}| \cdot \exp|PA2_{n2} - PB2_{n2}|) \\ E2_{n2} = \frac{1}{1 + c_{n2}} \end{cases}$$
, 其中 *sum* 表示求和运

算, \cdot 表示点乘运算; 对所有 $E2_{n2}$ 求和, 得到第二相似指标 $E2$: $E2 = \sum_{n=1}^{N2} E2_n$ 。

[0086] 参考图像和待评估图像最终的相似度的获取方式为:

[0087] 相似度 E 为第一相似指标及第二相似指标之和, 具体公式如下: $E = E1 + E2$ 。

[0088] 在本文中, 术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“竖直”、“水平”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 仅是为了表达技术方案的清楚及描述方便, 因此不能理解为对本发明的限制。

[0089] 在本文中, 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 除了包含所列的那些要素, 而且还可包含没有明确列出的其他要素。

[0090] 以上所述, 仅为本发明的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内, 可轻易想到变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

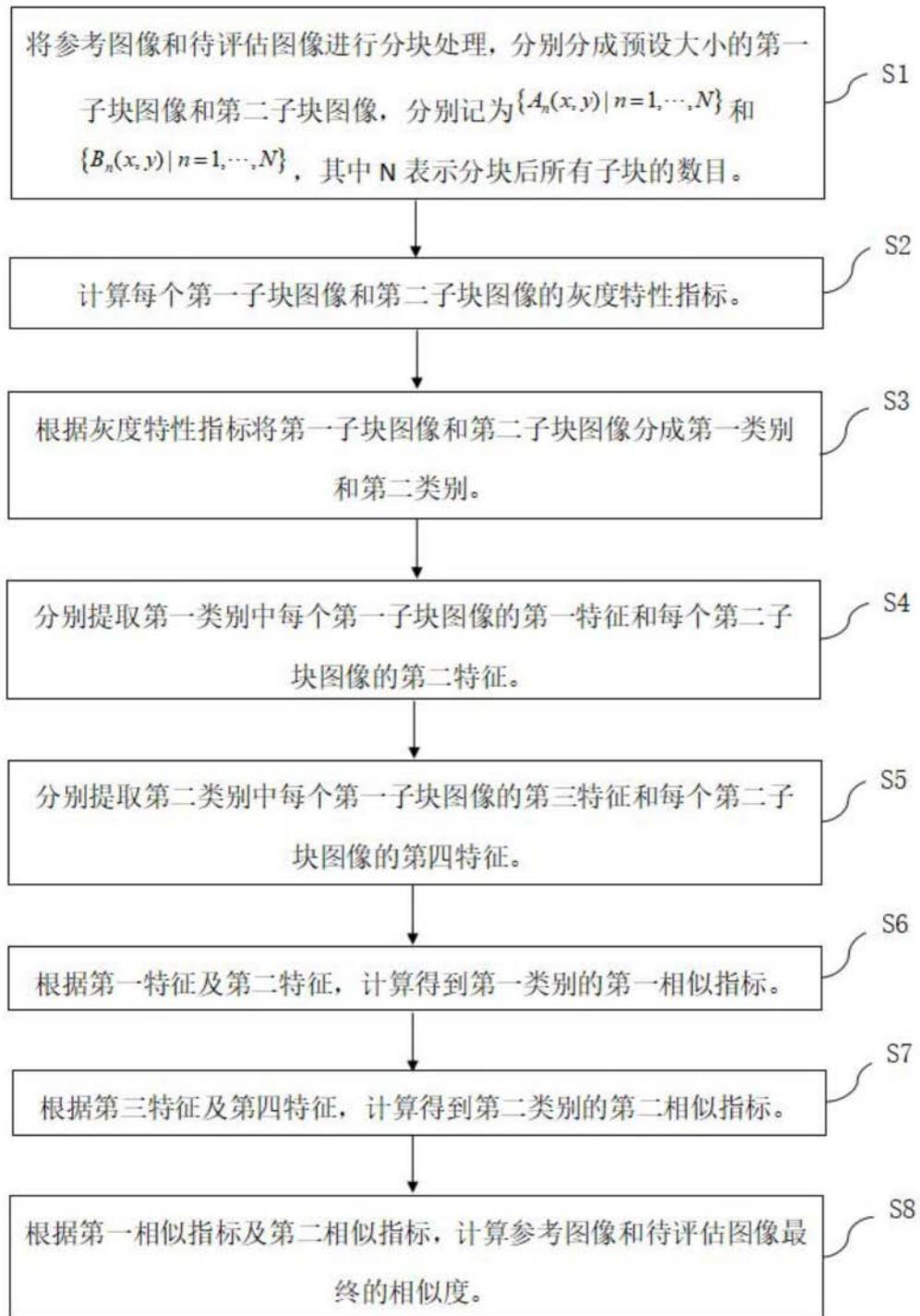


图1

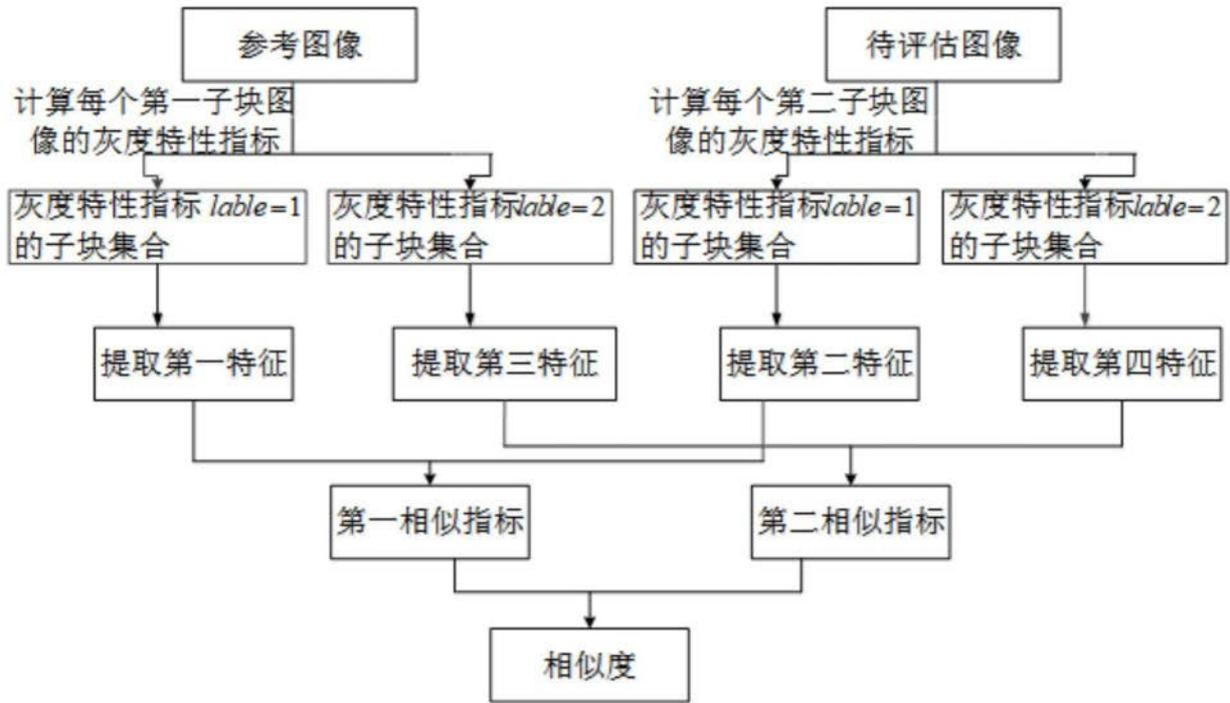


图2

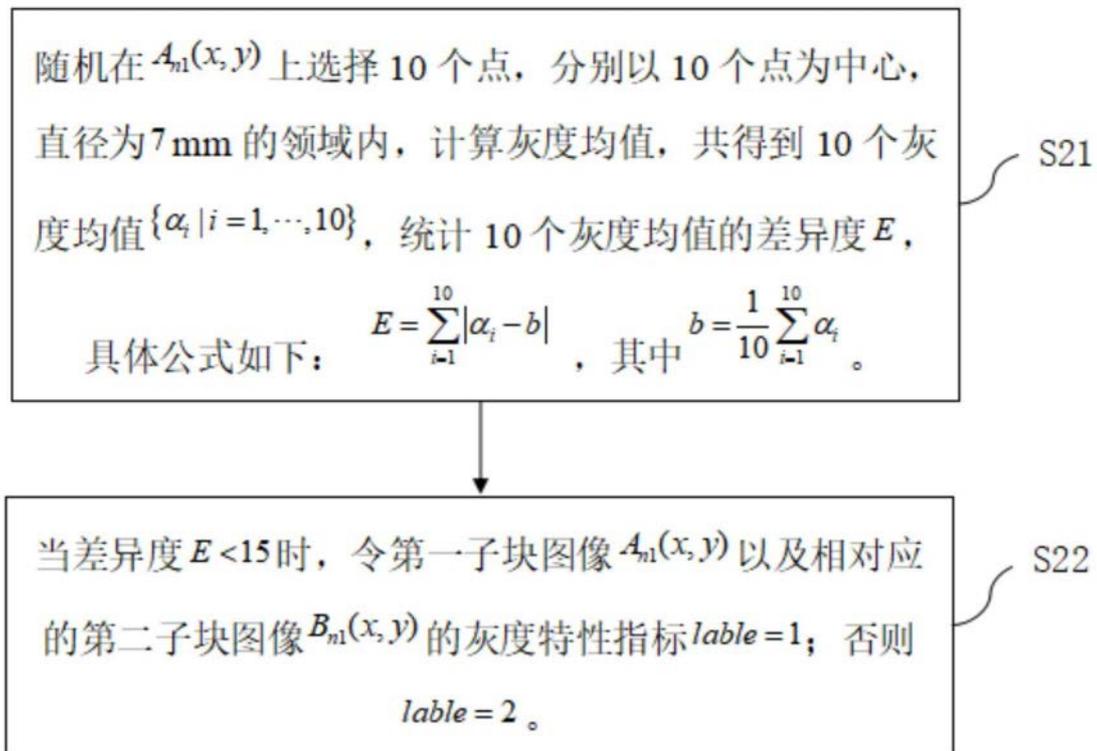


图3

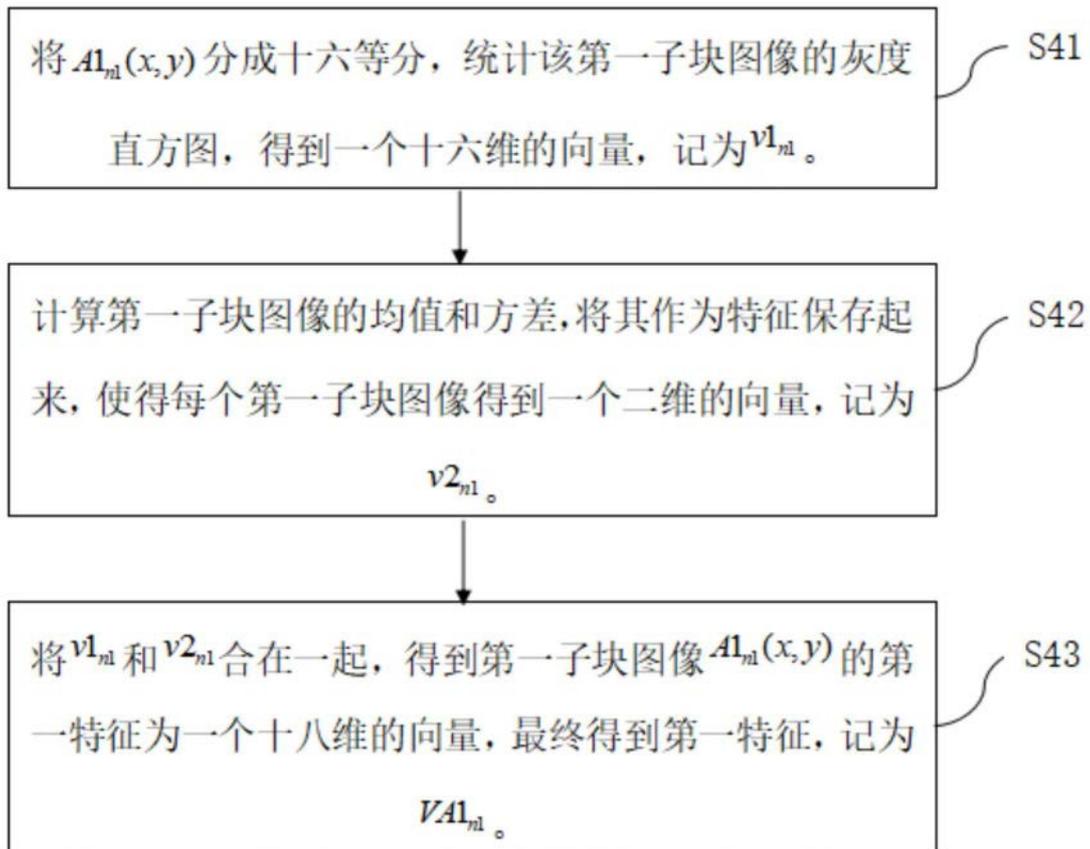


图4

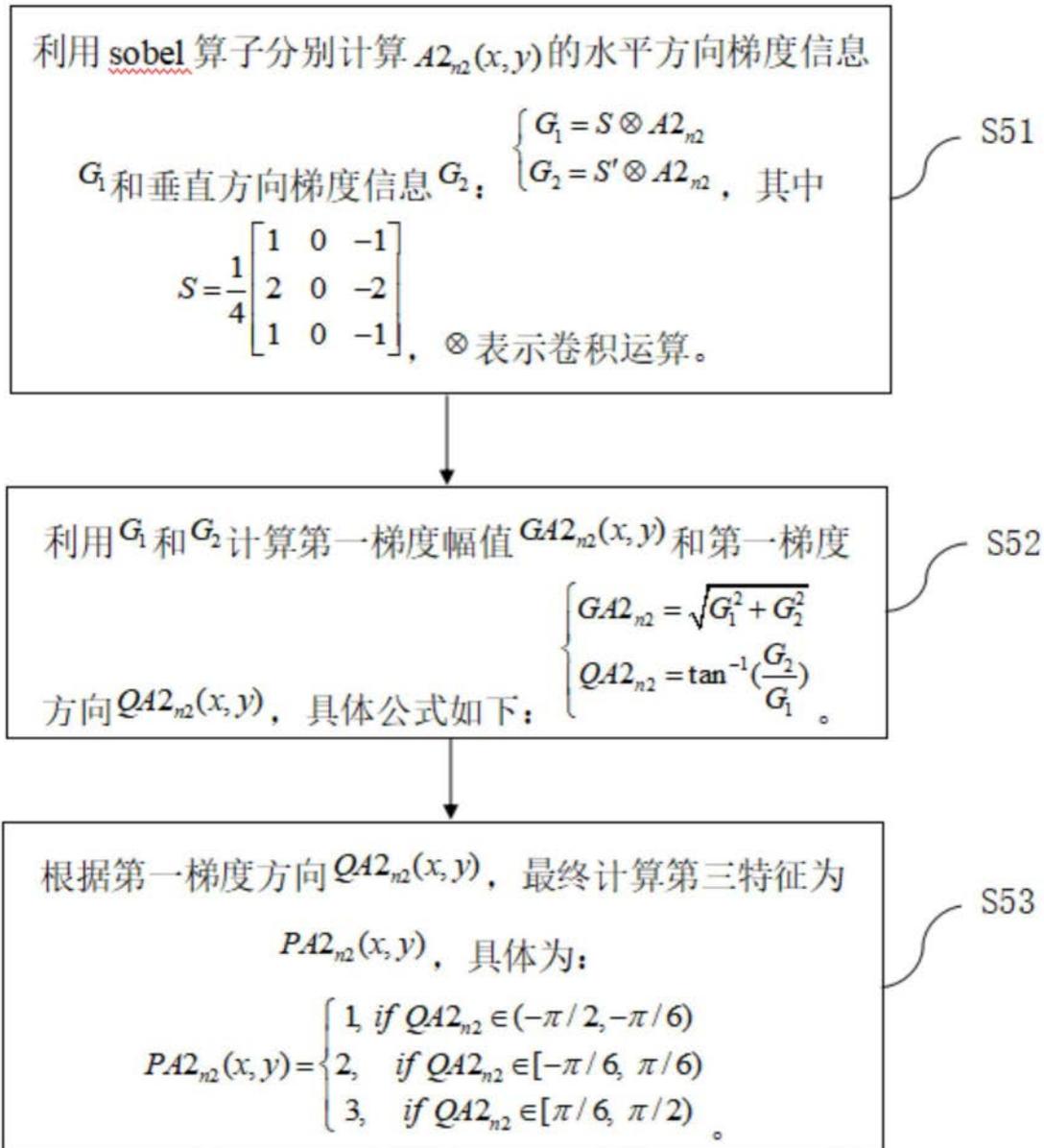


图5

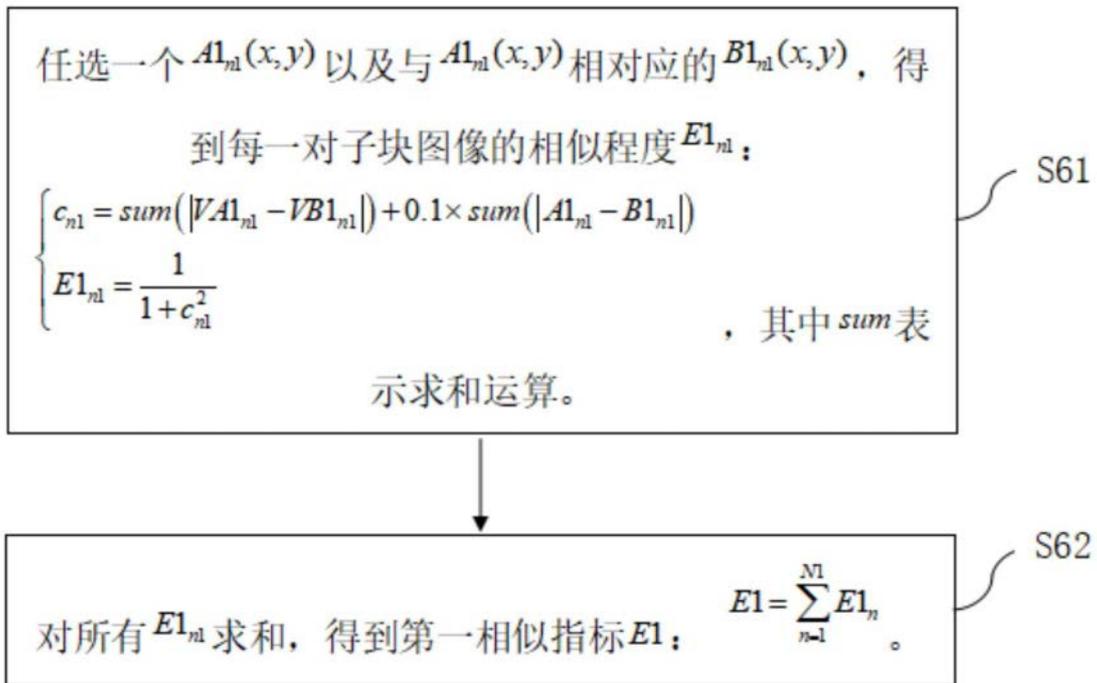


图6

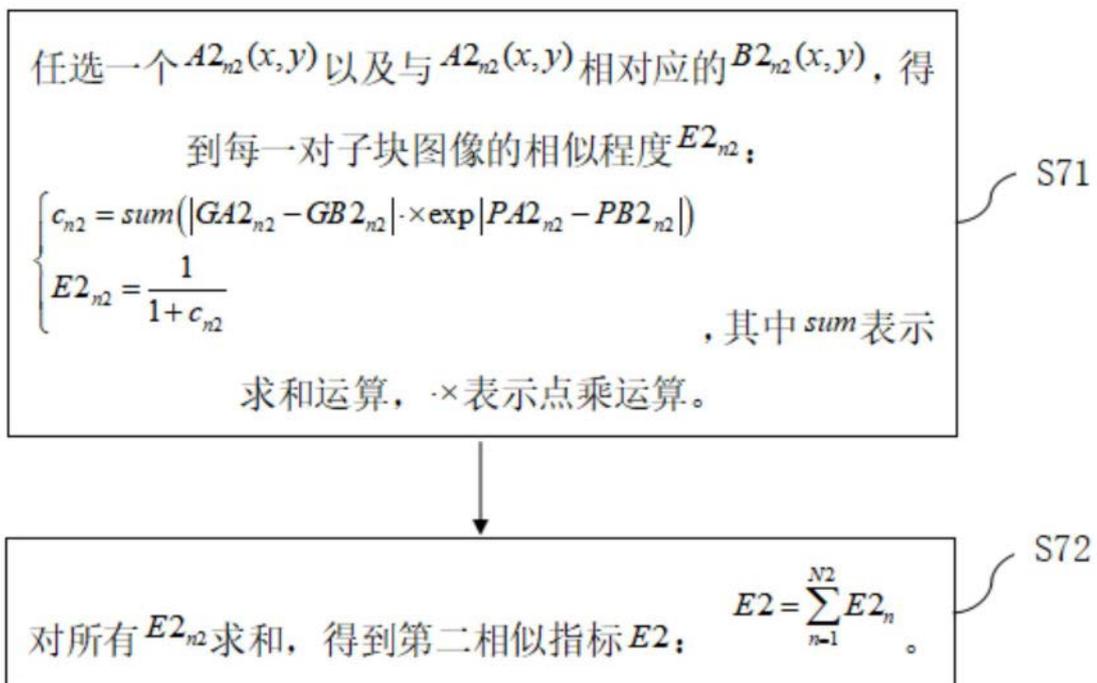


图7

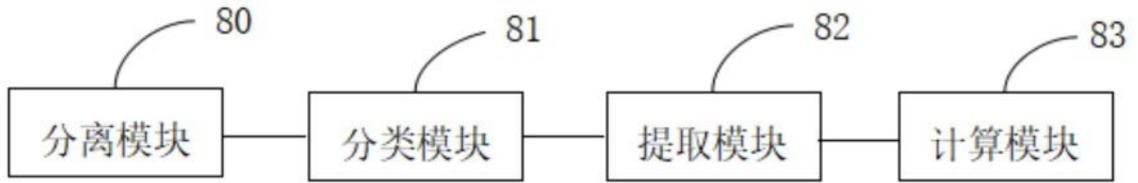


图8