



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101833766 A

(43) 申请公布日 2010.09.15

(21) 申请号 201010169050.4

(22) 申请日 2010.05.11

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号天津大学

(72) 发明人 杨嘉琛 王斌 韦娜 范超伟 武强一 李杰

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201

代理人 程毓英

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2006.01)

G06T 7/40 (2006.01)

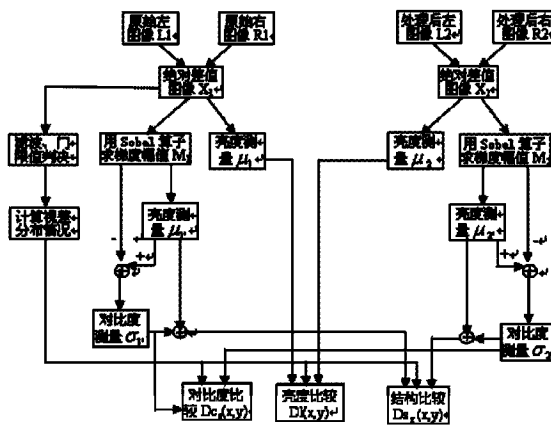
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

基于 GSSIM 的立体图像客观质量评价算法

(57) 摘要

本发明属图像处理领域,涉及一种基于 GSSIM 的立体图像质量评价方法,包括 (1) 对于左图像和右图像,分别求取梯度结构相似度值,再求取两值的均值,得到立体图像质量评价值 QE;(2) 采用下列方法进行图像立体感觉客观评价:计算原始图像和处理后图像的绝对差值图像;求取出绝对差值图像的 μ_1, μ_2 ;用 Sobel 算子求出绝对差值图像的梯度幅值图像;对原始图像的绝对差值图像进行滤波,计算原图双眼视差分布情况;求出双眼视差处的 $D1(x, y), Dcg(x, y)$ 与 $Dsg(x, y)$ 值;计算出双眼视差处的 DSSIM 值;计算双眼视差处图像梯度结构相似度,即图像立体感觉客观评价价值 DE。本发明能很好地用于立体图像的质量评价,客观评价结果与主观评价结果相关性很强。



1. 一种基于 GSSIM 的立体图像质量评价方法,包括下列步骤:

(1) 对于左图像和右图像,分别利用梯度结构相似度 GSSIM 算法,求取梯度结构相似度值,再求取两值的均值,得到立体图像质量评价值 QE;

(2) 采用下列方法进行图像立体感觉客观评价:

第一步:把原始图像的视点对 (L1, R1) 和处理后图像的视点对 (L2, R2) 分别进行相减操作,得出绝对差值图像 X1 与 X2;

第二步,进行亮度测试,通过公式下列求出绝对差值图像 X1 与 X2 的 μ_1, μ_2 :

$$\mu_{1_{mm}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} X_{1ij},$$

$$\mu_{2_{mm}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} X_{2ij}$$

式中, w 为中心对称高斯加权窗 $w = \{w_{ij} | \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} = 1\}$ N 取值为 11;

第三步,用 Sobel 算子求出绝对差值图像 X1 与 X2 的梯度幅值图像 M1 与 M2,并求出图像 M1 与 M2 亮度均值 $\mu_{1'}, \mu_{2'}$,再通过公式下列求出标准差 $\sigma_{1'}, \sigma_{2'}$,以及协方差 $\sigma_{1'2'}$:

$$\sigma_{1'_{mm}} = \left(\sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{1ij} - \mu_{1'_{mm}})^2 \right)^{1/2}$$

$$\sigma_{2'_{mm}} = \left(\sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{2ij} - \mu_{2'_{mm}})^2 \right)^{1/2}$$

$$\sigma_{1'2'_{mm}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{1ij} - \mu_{1'_{mm}})(M_{2ij} - \mu_{2'_{mm}});$$

第四步,对原始图像的绝对差值图像 X1 进行滤波、门限值判决操作,计算原图双眼视差分布情况;

第五步,用 $\mu_1, \mu_2, \sigma_{1'}, \sigma_{2'}$ 与 $\sigma_{1'2'}$,结合计算出的原图视差分布情况,求出双眼视差处的 $D1(x, y)$, $Dc_g(x, y)$ 与 $Ds_g(x, y)$ 值,计算公式如下:

$$D1(x, y) = \frac{2\mu_1\mu_2 + C_1}{\mu_1^2 + \mu_2^2 + C_1}$$

$$Dc_g(x, y) = \frac{2\sigma_{1'}\sigma_{2'} + C_2}{\sigma_{1'}^2 + \sigma_{2'}^2 + C_2}$$

$$Ds_g(x, y) = \frac{\sigma_{1'2'} + C_3}{\sigma_{1'}\sigma_{2'} + C_3};$$

第六步,通过公式 $DSSIM(x, y) = [D1(x, y)]^\alpha [Dc_g(x, y)]^\beta [Ds_g(x, y)]^\gamma$ (3-34) 计算出双眼视差处的 DSSIM 值,其中 α, β, γ 取值都为 1;

第七步,通过 DSSIM 值,利用公式下列计算双眼视差处图像梯度结构相似度 DMSSIM,即

图像立体感觉客观评价价值 DE : $DE = DMSSIM = 1 - \frac{1}{D} \sum_{i=1}^D DSSIM(x_i, y_i)$;

第八步, 对立体图像质量进行评价 : QE 值越大, 图像质量越好, DE 值越大, 立体感越好。

基于 GSSIM 的立体图像客观质量评价算法

技术领域

[0001] 本发明属图像处理领域,涉及一种立体图像客观质量评价算法。

背景技术

[0002] 对立体图像的质量评价是一件十分困难的工作,现有的平面图像客观质量评价算法通常只能评价同一个视点编码前与解码后的图像质量关系。立体图像在相邻视点之间存在人眼标准视差的高度相关性,如果两个相邻视点各自的图像质量都比较高,视点间视差成分减少甚至反相,人眼能欣赏到的立体感将大打折扣,所以现有平面图像客观质量评价算法不能够代替立体图像客观质量评价算法。一种压缩编码如果导致立体感的严重损失甚至造成观看者的眼疲劳,不适合立体图像的应用。因此,很有必要建立一个立体图像的客观评价标准。

[0003] 梯度结构相似度 (GSSIM) 评价方法为一种平面图像客观质量评价方法,研究发现人眼对于图像的边缘和纹理结构信息是最为敏感和重视的,就是说边缘和纹理的结构信息很有可能是图像结构信息的最重要的部分,而梯度能较好地反应图像的边缘纹理信息,所以采用梯度结构相似度也能够进行立体图像质量评价。该方法如下:

[0004] 梯度信息的提取:通过梯度的计算来确定图像的边缘信息是最为常见而有效的方式。采用 Sobel 算子对图像进行梯度的计算,如图 1 所示。

[0005] 对于图像 X 的每一像素 $x_{i,j}$ (i, j 代表横纵坐标值),可以通过 Sobel 算子定义它的“梯度信息向量”; $V_{i,j} = \{dx_{i,j}, dy_{i,j}\}$ 其中, $dx_{i,j}$ 和 $dy_{i,j}$ 分别由图 1 的水平边缘算子 H 和垂直边缘算子 v 得出,为了算法的简便,近似地定义图像像素的梯度幅值为:

[0006] $Amp_{i,j} = |dx_{i,j}| + |dy_{i,j}|$

[0007] 相应的,各像素的梯度方向定义为:

[0008]

$$Amp_{i,j} = \frac{180^\circ}{\pi} \arctan\left(\frac{dy_{i,j}}{dx_{i,j}}\right)$$

[0009] 利用图像的幅度信息提出基于梯度的结构相似度 (GSSIM):用 Sobel 算子及图像像素的梯度幅值,可求出图像的每一像素的梯度幅值,从而得到与图像 X 和 Y 相对应的梯度图像 X' 和 Y'。因此,子块梯度对比度比较可定义为:

[0010]
$$C_g(x,y) = \frac{2\sigma_x \cdot \sigma_y + C_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2}$$

[0011] σ 为标准差, C_2 为调整参数。

[0012] 子块梯度的结构比较可定义为:

[0013]
$$S_g(x,y) = \frac{\sigma_{x'y'} + C_3}{\sigma_x \cdot \sigma_y + C_3}$$

[0014] C_3 为调整参数。

[0015] 结构相似度 (GSSIM) 可定义为:

$$[0016] \quad \text{GSSIM}(x, y) = [l(x, y)]^\alpha [c_g(x, y)]^\beta [s_g(x, y)]^\gamma$$

[0017] α, β, γ 为权重指数值。

[0018] 对于整幅图像的相似度的比较,可以通过平均各个子块的相似度评分得出:

$$[0019] \quad \text{GMSSIM} = 1/M \sum_{i=1}^M \text{GSSIM}(x_i, y_i)$$

发明内容

[0020] 本发明的目的是克服现有技术的上述不足,提出一种立体图像客观质量评价方法。本发明将梯度结构相似度 (GSSIM) 评价方法引入立体图像客观质量评价中,通过对立体图像进行图像质量评价 (QE) 和立体感评价 (DE),完成对立体图像质量的评判。本发明采用如下的技术方案:

[0021] 一种基于 GSSIM 的立体图像质量评价方法,包括下列步骤:

[0022] (1) 对于左图像和右图像,分别利用梯度结构相似度 GSSIM 算法,求取梯度结构相似度值,再求取两值的均值,得到立体图像质量评价值 QE;

[0023] (2) 采用下列方法进行图像立体感觉客观评价:

[0024] 第一步:把原始图像的视点对 (L1, R1) 和处理后图像的视点对 (L2, R2) 分别进行相减操作,得出绝对差值图像 X1 与 X2;

[0025] 第二步,进行亮度测试,通过公式下列求出绝对差值图像 X1 与 X2 的 μ_1, μ_2 :

$$[0026] \quad \mu_{1_{mn}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} X_{1ij},$$

$$[0027] \quad \mu_{2_{mn}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} X_{2ij}$$

[0028] 式中, w 为中心对称高斯加权窗 $w = \{w_{ij} \mid \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} = 1\}$ N 取值为 11;

[0029] 第三步,用 Sobel 算子求出绝对差值图像 X1 与 X2 的梯度幅值图像 M1 与 M2,并求出图像 M1 与 M2 亮度均值 $\mu_{1'}, \mu_{2'}$,再通过公式下列求出标准差 $\sigma_{1'}, \sigma_{2'}$,以及协方差 $\sigma_{1'2'}$:

$$[0030] \quad \sigma_{1'_{mn}} = \left(\sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{1ij} - \mu_{1'_{mn}})^2 \right)^{1/2}$$

$$[0031] \quad \sigma_{2'_{mn}} = \left(\sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{2ij} - \mu_{2'_{mn}})^2 \right)^{1/2}$$

$$[0032] \quad \sigma_{1'2'_{mn}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{1ij} - \mu_{1'_{mn}})(M_{2ij} - \mu_{2'_{mn}})$$

[0033] 第四步,对原始图像的绝对差值图像 X1 进行滤波、门限值判决操作,计算原图双

眼视差分布情况；

[0034] 第五步,用 $\mu_1, \mu_2, \sigma_{1'}, \sigma_{2'}$ 与 $\sigma_{1'2'}$, 结合计算出的原图视差分布情况, 求出双眼视差处的 $Dl(x, y)$, $Dc_g(x, y)$ 与 $Ds_g(x, y)$ 值, 计算公式如下：

$$[0035] \quad Dl(x, y) = \frac{2\mu_1\mu_2 + C_1}{\mu_1^2 + \mu_2^2 + C_1}$$

$$[0036] \quad Dc_g(x, y) = \frac{2\sigma_{1'}\sigma_{2'} + C_2}{\sigma_{1'}^2 + \sigma_{2'}^2 + C_2}$$

$$[0037] \quad Ds_g(x, y) = \frac{\sigma_{1'2'} + C_3}{\sigma_{1'}\sigma_{2'} + C_3} ;$$

[0038] 第六步,通过公式 $DSSIM(x, y) = [Dl(x, y)]^\alpha [Dc_g(x, y)]^\beta [Ds_g(x, y)]^\gamma$ (3-34) 计算出双眼视差处的 DSSIM 值, 其中 α, β, γ 取值都为 1；

[0039] 第七步,通过 DSSIM 值,利用公式下列计算双眼视差处图像梯度结构相似度 DMSSIM, 即图像立体感觉客观评价价值 DE : $DE = DMSSIM = 1 - \frac{1}{D} \sum_{i=1}^D DSSIM(x_i, y_i)$ ；

[0040] 第八步,对立体图像质量进行评价 :QE 值越大, 图像质量越好, DE 值越大, 立体感越好。

[0041] 使用本发明提出的立体图像客观质量评价方法, 可以从图像质量与立体感两个方面对立体图像进行质量评估, 大量实验证明该算法能很好地用于立体图像的质量评价, 客观评价结果与主观评价结果相关性很强, 可有效的对立体图像做出评价。

附图说明

[0042] 图 1 Sobel 算子, (a) 为垂直边缘算子 V, (b) 为水平边缘算子 H。

[0043] 图 2 本发明的立体感觉客观评价流程

[0044] 图 2 立体感觉客观评价流程。

具体实施方式

[0045] 本发明所提出的对立体图像客观评价的指标分为两个部分 :一个是图像客观质量评价, 一个是立体感客观评价。

[0046] 1、图像客观质量评价 (quality evaluation :QE)

[0047] 对于图像客观质量评价沿用梯度结构相似度 (GSSIM) 评价方法。

[0048] 本发明的立体图像客观质量评价值为左图像 GMSSIM 值与右图像 GMSSIM 值的均值 即 :QE = $1 - (GMSSIM_{左} + GMSSIM_{右}) / 2$

[0049] 2、图像立体感觉客观评价 (3D sense evaluation :DE)

[0050] 本发明的图像立体感觉客观评价算法沿用 GSSIM 算法的评价参数, 并把视点绝对差值图有机的结合在评价参数中。立体感觉客观评价流程如图 2：

[0051] 首先,把原始视点对 (L1, R1) 和处理后视点对 (L2, R2) 分别进行相减操作, 得出绝对差值图像 X1 与 X2；

$$[0052] \quad X1 = |L1 - R1|$$

$$[0053] \quad X2 = |L2 - R2|$$

[0054] 第二步,进行亮度测试,通过公式下列求出绝对差值图像 X1 与 X2 的 μ_1, μ_2 。

$$[0055] \quad \mu_{1_{mm}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} X_{1ij}$$

$$[0056] \quad \mu_{2_{mm}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} X_{2ij}$$

[0057] w 为中心对称高斯加权窗 $w = \{w_{ij} | \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} = 1\}$ N 取值为 11。

[0058] 第三步,用 Sobel 算子求出绝对差值图像 X1 与 X2 的梯度幅值图像 M1 与 M2,并求出图像 M1 与 M2 亮度均值 $\mu_{1'}, \mu_{2'}$,再通过公式下列求出标准差 $\sigma_{1'}, \sigma_{2'}$,以及协方差 $\sigma_{1'2'}$ 。

$$[0059] \quad \sigma_{1'_{mm}} = \left(\sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{1ij} - \mu_{1'_{mm}})^2 \right)^{1/2}$$

$$[0060] \quad \sigma_{2'_{mm}} = \left(\sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{2ij} - \mu_{2'_{mm}})^2 \right)^{1/2}$$

$$[0061] \quad \sigma_{1'2'_{mm}} = \sum_{i=m-\frac{N-1}{2}}^{m+\frac{N-1}{2}} \sum_{j=n-\frac{N-1}{2}}^{n+\frac{N-1}{2}} w_{ij} (M_{1ij} - \mu_{1'_{mm}})(M_{2ij} - \mu_{2'_{mm}})$$

[0062] 第四步,对原始图像的绝对差值图像 X1 进行滤波、门限值判决操作,去掉微弱噪声和低幅值成份,达到减少干扰目的,然后计算出的原图双眼视差分布情况。由于心理立体视觉的存在,人能够感觉小幅值的视差的范围很小,大部分被掩盖了,所以本步骤中,通过门限值判决来去除小幅值视差的影响。

[0063] 第五步,用 $\mu_1, \mu_2, \sigma_{1'}, \sigma_{2'}$ 与 $\sigma_{1'2'}$,结合计算出的原图视差分布情况,求出双眼视差处 (设为 D) 的 $D1(x, y), Dc_g(x, y)$ 与 $Ds_g(x, y)$ 值,计算公式为 (3-31)、(3-32) 与 (3-33)。

$$[0064] \quad D1(x, y) = \frac{2\mu_1\mu_2 + C_1}{\mu_1^2 + \mu_2^2 + C_1}$$

$$[0065] \quad Dc_g(x, y) = \frac{2\sigma_{1'}\sigma_{2'} + C_2}{\sigma_{1'}^2 + \sigma_{2'}^2 + C_2}$$

$$[0066] \quad Ds_g(x, y) = \frac{\sigma_{1'2'} + C_3}{\sigma_{1'}\sigma_{2'} + C_3}$$

[0067] 第六步,根据双眼视差处的 $D1(x, y), Dc_g(x, y)$ 与 $Ds_g(x, y)$ 各值,通过公式 (3-34) 计算出双眼视差处的 DSSIM 值。

$$[0068] \quad DSSIM(x, y) = [D1(x, y)]^\alpha [Dc_g(x, y)]^\beta [Ds_g(x, y)]^\gamma$$

[0069] 其中 α, β, γ 取值都为 1。

[0070] 第七步,通过 DSSIM,利用公式下列计算双眼视差处图像梯度结构相似度 DMSSIM,

即图像立体感觉客观评价价值——DE。

$$[0071] \quad DE = DMSSIM = 1 - \frac{1}{D} \sum_{i=1}^D DSSIM(x_i, y_i)$$

[0072] 总结：

[0073] QE 值为 0.9-1 时, 图像质量很好；

[0074] QE 值为 0.8-0.9 时, 图像质量较好；

[0075] QE 值为 0.55-0.8 时, 图像质量一般；

[0076] QE 值为 0.55 以下时, 图像质量很差。

[0077] DE 值为 0.85-1 时, 立体感很好；

[0078] DE 值为 0.7-0.85 时, 立体感较好；

[0079] DE 值为 0.45-0.7 时, 立体感一般；

[0080] DE 值为 0.45 以下时, 立体感很差。

[0081] 本发明对双视点立体图像质量评价效果最好；如果是多视点立体图像, 可以分为多个双视点立体图像进行评价。

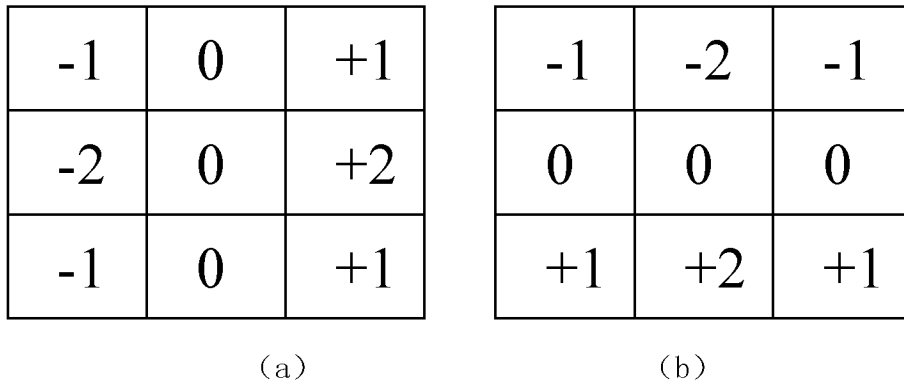


图 1

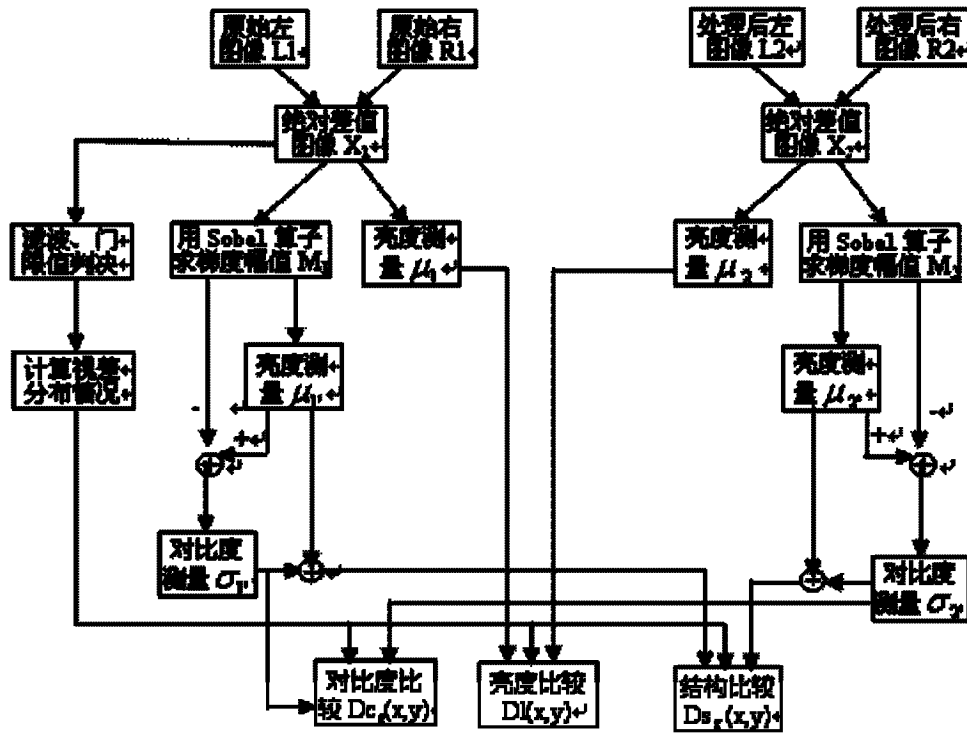


图 2