



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106709958 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(21)申请号 201611100237.2

(22)申请日 2016.12.03

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 丁勇 商小宝 赵杨 胡拓 邓瑞喆

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 郑海峰

(51)Int.Cl.

G06T 7/90(2017.01)

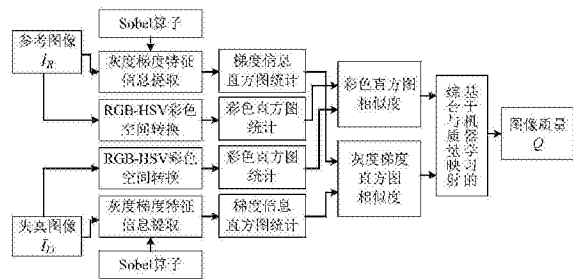
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法。包括如下步骤:1. 构建一组二维Sobel检测算子,对输入的参考图像和失真图像进行卷积处理,获得参考图像和待测失真图像的梯度特征信息;2.将参考图像和失真图像由RGB空间转换到HSV空间,求取图像的彩色直方图特征信息;3.分别计算参考图像和失真图像之间的灰度梯度相似度和彩色直方图相似度;4.以灰度梯度相似度和彩色直方图相似度为输入,利用机器学习的方法实现质量映射和度量,得到图像质量的客观评价价值。本发明高效地提取了图像的灰度梯度特征信息和彩色直方图特征信息,计算复杂度低,运算快,且基于这两类特征信息的图像质量客观评价方法与主观评价具有很好的一致性。



1. 一种基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法,其特征在于包括如下步骤:

1) 构建一组二维Sobel检测算子,并利用其对输入的参考图像和失真图像进行卷积处理,分别获得参考图像和待测失真图像的梯度特征信息;计算参考图像和失真图像之间的灰度梯度相似度;

2) 将参考图像和失真图像由RGB空间转换到HSV空间,在HSV空间求取图像的彩色直方图特征信息;计算参考图像和失真图像之间的彩色直方图相似度;

3) 以灰度梯度相似度和彩色直方图相似度为输入,利用机器学习的方法实现质量映射和度量,得到图像质量的客观评价价值。

2. 根据权利要求1所述的基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法,其特征在于所述的步骤1) 具体包括如下步骤:

步骤(1). 输入参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D ;

步骤(2). 建立一组二维Sobel检测算子 S_x 和 S_y :

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}; S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

步骤(3). 利用步骤(2)所建立的二维Sobel检测算子对步骤(1)输入的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 进行卷积计算,分别得到参考图像 I_R 和失真图像 I_D 在二维空间的梯度信息;记 G_R 和 G_D 分别为参考图像 I_R 和失真图像 I_D 的梯度信息:

$$G_R(i) = \sqrt{(I_R(i) \otimes S_x(i))^2 + (I_R(i) \otimes S_y(i))^2} \quad (2)$$

$$G_D(i) = \sqrt{(I_D(i) \otimes S_x(i))^2 + (I_D(i) \otimes S_y(i))^2} \quad (3)$$

其中, i 表示像素点的位置, \otimes 表示卷积运算;

步骤(4). 利用步骤(3)所得到梯度信息 G_R 和 G_D ,计算参考图像 I_R 中每个像素与待测失真图像 I_D 中对应位置像素之间梯度的相似度,记为 GS :

$$GS(i) = \frac{2G_R(i)G_D(i) + c}{G_R^2(i) + G_D^2(i) + c} \quad (4)$$

其中, i 表示像素点的位置, c 表示设定的常数值。

进一步,计算整幅参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D 之间梯度的相似度:

$$GSD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (GS(i) - GSM)^2} \quad (5)$$

其中, N 表示图像中像素的总数, $GSM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N GS(i)$ 。

3. 根据权利要求1所述的基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法,其特征在于所述的步骤2) 具体包括如下步骤:

步骤(5). 分别将参考图像 I_R 和失真图像 I_D 由RGB空间转换到HSV空间,转换公式为:

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (6)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B} [\min(R, G, B)] \quad (7)$$

$$V = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (8)$$

其中,R表示图像红色分量,G表示图像绿色分量,B表示图像蓝色分量,H表示图像在HSV空间H通道上的值,S表示图像在HSV空间S通道上的值,V表示图像在HSV空间V通道上的值。

步骤(6).在HSV空间,分别统计计算步骤(5)得到的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 的直方图;在HSV空间图像的颜色直方图的计算方式如下:

首先,根据色彩的不同范围和主观颜色感知对步骤(5)得到的参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D 在H通道、S通道和V通道上的值进行量化:

$$H = \begin{cases} 0, & H \in (345, 15] \\ 1, & H \in (15, 25] \\ 2, & H \in (25, 45] \\ 3, & H \in (45, 55] \\ 4, & H \in (55, 80] \\ 5, & H \in (80, 108] \\ 6, & H \in (108, 140] \\ 7, & H \in (140, 165] \\ 8, & H \in (165, 190] \\ 9, & H \in (190, 220] \\ 10, & H \in (220, 255] \\ 11, & H \in (255, 275] \\ 12, & H \in (275, 290] \\ 13, & H \in (290, 316] \\ 14, & H \in (316, 330] \\ 15, & H \in (330, 345] \end{cases} \quad (9)$$

$$S = \begin{cases} 0, & S \in (0, 0.15] \\ 1, & S \in (0.15, 0.4] \\ 2, & S \in (0.4, 0.75] \\ 3, & S \in (0.75, 1] \end{cases} \quad (10)$$

$$V = \begin{cases} 0, & V \in (0, 0.15] \\ 1, & V \in (0.15, 0.4] \\ 2, & V \in (0.4, 0.75] \\ 3, & V \in (0.75, 1] \end{cases} \quad (11)$$

然后,构造一维特征矢量,根据公式(9)、(10)、(11)得到的量化级,把各颜色分量合成为一维特征矢量:

$$HS = HQ_S Q_V + SQ_V + V \quad (12)$$

其中,HS为合成的一维特征矢量, Q_S 和 Q_V 分别是分量S和V的量化级数;

最后,对得到的一维特征矢量HS进行归一化计算,得到图像在HSV空间的直方图HSH:

$$HSH = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M HS(i) \quad (13)$$

其中,HS(i)表示一维特征矢量HS在i处的值,M表示特征矢量HS的长度。

步骤(7).根据步骤(6)得到的直方图求出参考图像 I_R 的直方图 HSH_R 和失真图像 I_D 的直方图 HSH_D 之间的相似度,记HSHD为参考图像 I_R 和失真图像 I_D 直方图之间的相似度:

$$HSHD = \frac{\sum_{i=1}^M \min[HSH_R(i), HSH_D(i)]}{\sum_{i=1}^M HSH_R(i)} \quad (14)$$

4.根据权利要求1所述的基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法,其特征在于所述的步骤3)具体为:

步骤(8).在公知图像质量评价数据库中,利用机器学习的方法将得到的梯度相似度GSD和直方图相似度HSHD综合并映射到图像失真度量,得到图像的质量评价值:

$$Q = F_{ML}(GSD, HSHD | DMOS) \quad (15)$$

其中,Q为失真图像的客观评价质量分数,Q越大,说明图像质量越高; F_{ML} 为机器学习方法,DMOS为图像质量评价数据库中每幅图像对应的主观评价分数。

一种基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法

技术领域

[0001] 本发明属于图像处理技术领域,尤其涉及一种基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法。

背景技术

[0002] 图像质量评价是用于评价在获取、压缩、存储、传输和重建的过程中因失真引入而导致的图像质量损失。图像质量是衡量图像处理系统性能的一个重要指标,因此图像质量评价对于评估和优化视频图像处理系统至关重要,已成为数字图像处理技术研究的基础和关键,具有重大的理论和工程价值,受到了越来越多的重视。

[0003] 图像质量评价分为主观评价和客观评价。主观评价是由观察者对图像质量进行评分。该方法最为可靠,但由于其固有的缺陷,如费时费力,可操作性差,很难作为工程测量手段直接应用于图像质量的度量,更不适应于实时处理系统的应用。而图像质量客观评价方法通过设计数学模型,按照一定的尺度自动地对图像质量进行评分,具有简单、可重复和计算效率高等优点,成为图像质量评价的研究热点。

[0004] 由于现阶段对人类视觉系统(HVS)的认知不充分,基于现有的人类视觉生理心理学等研究成果尚无法构建一个完善的计算模型实现对图像质量的评价和预测。因此,近几年图像质量评价方法的研究更加关注图像的物理意义,即图像的各种视觉属性,通过对图像的智能分析,提取与质量相关的特征信息,并度量和比较待测图像与原始图像在统计学意义上的差异,实现对待测图像的质量映射与评价。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有自然图像统计特性的全参考图像质量评价过程中,由于对图像特征提取不够高效而导致的质量评价性能偏低、计算复杂度偏大等缺陷,提出一种基于灰度梯度和颜色直方图的图像质量评价方法。

[0006] 本发明采取的技术方案是:

[0007] 首先分别提取参考图像与失真图像的灰度梯度特征信息和颜色直方图特征信息,随后分别获得参考图像与失真图像梯度特征之间的相似度和颜色直方图特征之间的相似度,作为图像质量评价的基准,进而,利用机器学习的方法得到待测失真图像的质量评价价值。

[0008] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案如下:

[0009] 步骤(1).输入参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D ;

[0010] 步骤(2).建立一组二维Sobel检测算子 S_x 和 S_y :

$$[0011] \quad S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0012] 步骤(3).利用步骤(2)所建立的二维Sobel检测算子对步骤(1)输入的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 进行卷积计算,分别得到参考图像 I_R 和失真图像 I_D 在二维空间的梯度信息;记 G_R 和 G_D 分别为参考图像 I_R 和失真图像 I_D 的梯度信息:

$$[0013] \quad G_R(i) = \sqrt{(I_R(i) \otimes S_x(i))^2 + (I_R(i) \otimes S_y(i))^2} \quad (2)$$

$$[0014] \quad G_D(i) = \sqrt{(I_D(i) \otimes S_x(i))^2 + (I_D(i) \otimes S_y(i))^2} \quad (3)$$

[0015] 其中, i 表示像素点的位置, \otimes 表示卷积运算。

[0016] 步骤(4).利用步骤(3)所得到梯度信息 G_R 和 G_D ,计算参考图像 I_R 中每个像素与待测失真图像 I_D 中对应位置像素之间梯度的相似度(记为 GS):

$$[0017] \quad GS(i) = \frac{2G_R(i)G_D(i) + c}{G_R^2(i) + G_D^2(i) + c} \quad (4)$$

[0018] 其中, i 表示像素点的位置, c 表示设定的常数值。

[0019] 进一步,计算整幅参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D 之间梯度的相似度:

$$[0020] \quad GSD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (GS(i) - GSM)^2} \quad (5)$$

[0021] 其中, N 表示图像中像素的总数, $GSM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N GS(i)$ 。

[0022] 步骤(5).分别将步骤(1)输入的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 由RGB空间转换到HSV空间,转换公式为:

$$[0023] \quad H = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (6)$$

$$[0024] \quad S = 1 - \frac{3}{R+G+B} [\min(R, G, B)] \quad (7)$$

$$[0025] \quad V = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (8)$$

[0026] 其中, R 表示图像红色分量, G 表示图像绿色分量, B 表示图像蓝色分量, H 表示图像在HSV空间H通道上的值, S 表示图像在HSV空间S通道上的值, V 表示图像在HSV空间V通道上的值。

[0027] 步骤(6).在HSV空间,分别统计计算步骤(5)得到的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 的直方图。在HSV空间图像的颜色直方图的计算方式如下:

[0028] 首先,根据色彩的不同范围和主观颜色感知对步骤(5)得到的参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D 在H通道、S通道和V通道上的值进行量化:

$$[0029] \quad H = \begin{cases} 0, & H \in (345, 15] \\ 1, & H \in (15, 25] \\ 2, & H \in (25, 45] \\ 3, & H \in (45, 55] \\ 4, & H \in (55, 80] \\ 5, & H \in (80, 108] \\ 6, & H \in (108, 140] \\ 7, & H \in (140, 165] \\ 8, & H \in (165, 190] \\ 9, & H \in (190, 220] \\ 10, & H \in (220, 255] \\ 11, & H \in (255, 275] \\ 12, & H \in (275, 290] \\ 13, & H \in (290, 316] \\ 14, & H \in (316, 330] \\ 15, & H \in (330, 345] \end{cases} \quad (9)$$

$$[0030] \quad S = \begin{cases} 0, & S \in (0, 0.15] \\ 1, & S \in (0.15, 0.4] \\ 2, & S \in (0.4, 0.75] \\ 3, & S \in (0.75, 1] \end{cases} \quad (10)$$

$$[0031] \quad V = \begin{cases} 0, & V \in (0, 0.15] \\ 1, & V \in (0.15, 0.4] \\ 2, & V \in (0.4, 0.75] \\ 3, & V \in (0.75, 1] \end{cases} \quad (11)$$

[0032] 然后,构造一维特征矢量,根据公式(9)、(10)、(11)得到的量化级,把各颜色分量合成为一维特征矢量:

$$[0033] \quad HS = HQ_sQ_v + SQ_v + V \quad (12)$$

[0034] 其中,HS为合成的一维特征矢量, Q_s 和 Q_v 分别是分量S和V的量化级数。

[0035] 最后,对得到的一维特征矢量HS进行归一化计算,得到图像在HSV空间的直方图HSH:

$$[0036] \quad HSH = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M HS(i) \quad (13)$$

[0037] 其中, $HS(i)$ 表示一维特征矢量 HS 在 i 处的值, M 表示特征矢量 HS 的长度。

[0038] 步骤 (7). 根据步骤 (6) 得到的直方图求出参考图像 I_R 的直方图 HSH_R 和失真图像 I_D 的直方图 HSH_D 之间的相似度, 记 $HSHD$ 为参考图像 I_R 和失真图像 I_D 直方图之间的相似度:

$$[0039] \quad HSHD = \frac{\sum_{i=1}^M \min[HSH_R(i), HSH_D(i)]}{\sum_{i=1}^M HSH_R(i)} \quad (14)$$

[0040] 步骤 (8). 在公知图像质量评价数据库中, 利用机器学习的方法 (如支持向量机、神经网络等方法) 将步骤 (4) 得到的梯度相似度 GSD 和步骤 (7) 得到的直方图相似度 $HSHD$ 综合并映射到图像失真度量, 得到图像的质量评价。

$$[0041] \quad Q = F_{ML}(GSD, HSHD | DMOS) \quad (15)$$

[0042] 其中, Q 为失真图像的客观评价质量分数, Q 越大, 说明图像质量越高。 F_{ML} 为机器学习方法, $DMOS$ 为图像质量评价数据库中每幅图像对应的主观评价分数。

[0043] 本发明的有益效果:

[0044] 本发明利用梯度和颜色直方图实现参考图像和失真图像特征信息的提取, 并通过机器学习的方法对所提取的图像特征信息进行综合和质量映射, 从而获得待测失真图像的质量评价。实验结果表明, 基于本发明所提出方法的图像质量客观评价与主观评价具有很好的 consistency。

附图说明

[0045] 图1为本发明基于梯度和颜色直方图的图像质量评价方法的结构框图。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图对本发明方法作进一步说明。

[0047] 如图1所示, 基于梯度和颜色直方图的图像质量评价方法, 其具体实施步骤如下:

[0048] 步骤 (1). 在 Matlab 环境下进行编程, 循环读入公知数据库 (LIVE、CSIQ、TID2008 和 TID2013 等) 中的参考图像 I_R 和失真图像 I_D ;

[0049] 步骤 (2). 建立一组二维 Sobel 检测算子 S_x 和 S_y :

$$[0050] \quad S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0051] 步骤 (3). 利用步骤 (2) 所建立的二维 Sobel 检测算子对步骤 (1) 输入的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 进行卷积计算, 分别得到参考图像 I_R 和失真图像 I_D 在二维空间的梯度信息; 记 G_R 和 G_D 分别为参考图像 I_R 和失真图像 I_D 的梯度信息:

$$[0052] \quad G_R(i) = \sqrt{(I_R(i) \otimes S_x(i))^2 + (I_R(i) \otimes S_y(i))^2} \quad (2)$$

$$[0053] \quad G_D(i) = \sqrt{(I_D(i) \otimes S_x(i))^2 + (I_D(i) \otimes S_y(i))^2} \quad (3)$$

[0054] 其中, i 表示像素点的位置, \otimes 表示卷积运算。

[0055] 步骤(4). 利用步骤(3)所得到梯度信息 G_R 和 G_D , 计算参考图像 I_R 中每个像素与待测失真图像 I_D 中对应位置像素之间梯度的相似度(记为 GS):

$$[0056] \quad GS(i) = \frac{2G_R(i)G_D(i) + c}{G_R^2(i) + G_D^2(i) + c} \quad (4)$$

[0057] 其中, i 表示像素点的位置, c 表示设定的常数值, 在本实施例中, c 取的常数值是 150。

[0058] 进一步, 计算整幅参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D 之间梯度的相似度:

$$[0059] \quad GSD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (GS(i) - GSM)^2} \quad (5)$$

[0060] 其中, N 表示图像中像素的总数, $GSM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N GS(i)$ 。

[0061] 步骤(5). 分别将步骤(1)输入的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 由 RGB 空间转换到 HSV 空间, 转换公式为:

$$[0062] \quad H = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2 [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (6)$$

$$[0063] \quad S = 1 - \frac{3}{R+G+B} [\min(R, G, B)] \quad (7)$$

$$[0064] \quad V = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (8)$$

[0065] 其中, R 表示图像红色分量, G 表示图像绿色分量, B 表示图像蓝色分量, H 表示图像在 HSV 空间 H 通道上的值, S 表示图像在 HSV 空间 S 通道上的值, V 表示图像在 HSV 空间 V 通道上的值。

[0066] 步骤(6). 在 HSV 空间, 分别统计计算步骤(5)得到的参考图像 I_R 和失真图像 I_D 的直方图。在 HSV 空间图像的颜色直方图的计算方式如下:

[0067] 首先, 根据色彩的不同范围和主观颜色感知对步骤(5)得到的参考图像 I_R 和待测失真图像 I_D 在 H 通道、S 通道和 V 通道上的值进行量化:

$$[0068] \quad H = \begin{cases} 0, & H \in (345, 15] \\ 1, & H \in (15, 25] \\ 2, & H \in (25, 45] \\ 3, & H \in (45, 55] \\ 4, & H \in (55, 80] \\ 5, & H \in (80, 108] \\ 6, & H \in (108, 140] \\ 7, & H \in (140, 165] \\ 8, & H \in (165, 190] \\ 9, & H \in (190, 220] \\ 10, & H \in (220, 255] \\ 11, & H \in (255, 275] \\ 12, & H \in (275, 290] \\ 13, & H \in (290, 316] \\ 14, & H \in (316, 330] \\ 15, & H \in (330, 345] \end{cases} \quad (9)$$

$$[0069] \quad S = \begin{cases} 0, & S \in (0, 0.15] \\ 1, & S \in (0.15, 0.4] \\ 2, & S \in (0.4, 0.75] \\ 3, & S \in (0.75, 1] \end{cases} \quad (10)$$

$$[0070] \quad V = \begin{cases} 0, & V \in (0, 0.15] \\ 1, & V \in (0.15, 0.4] \\ 2, & V \in (0.4, 0.75] \\ 3, & V \in (0.75, 1] \end{cases} \quad (11)$$

[0071] 然后,构造一维特征矢量,根据公式(9)、(10)、(11)得到的量化级,把各颜色分量合成为一维特征矢量:

$$[0072] \quad HS = HQ_s Q_v + SQ_v + V \quad (12)$$

[0073] 其中,HS为合成的一维特征矢量, Q_s 和 Q_v 分别是分量S和V的量化级数。在本实施例中, Q_s 的值取为4, Q_v 的值取为4。

[0074] 最后,对得到的一维特征矢量HS进行归一化计算,得到图像在HSV空间的直方图HSH:

$$[0075] \quad HSH = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M HS(i) \quad (13)$$

[0076] 其中, $HS(i)$ 表示一维特征矢量 HS 在 i 处的值, M 表示特征矢量 HS 的长度。

[0077] 步骤 (7). 根据步骤 (6) 得到的直方图求出参考图像 I_R 的直方图 HSH_R 和失真图像 I_D 的直方图 HSH_D 之间的相似度, 记 $HSHD$ 为参考图像 I_R 和失真图像 I_D 直方图之间的相似度:

$$[0078] \quad HSHD = \frac{\sum_{i=1}^M \min[HSH_R(i), HSH_D(i)]}{\sum_{i=1}^M HSH_R(i)} \quad (14)$$

[0079] 步骤 (8). 在公知图像质量评价数据库中, 利用机器学习的方法 (如支持向量机、神经网络等方法) 将步骤 (4) 得到的梯度相似度 GSD 和步骤 (7) 得到的直方图相似度 $HSHD$ 综合并映射到图像失真度量, 得到图像的质量评价价值。

$$[0080] \quad Q = F_{ML}(GSD, HSHD | DMOS) \quad (15)$$

[0081] 其中, Q 为失真图像的客观评价质量分数, Q 越大, 说明图像质量越高。 F_{ML} 为机器学习方法, 在本实施例中, 调用 lib-SVM 的机器学习函数, 将步骤 (4) 和步骤 (7) 中得到数据作为该函数的输入。 $DMOS$ 为图像质量评价数据库中每幅图像对应的主观评价分数。

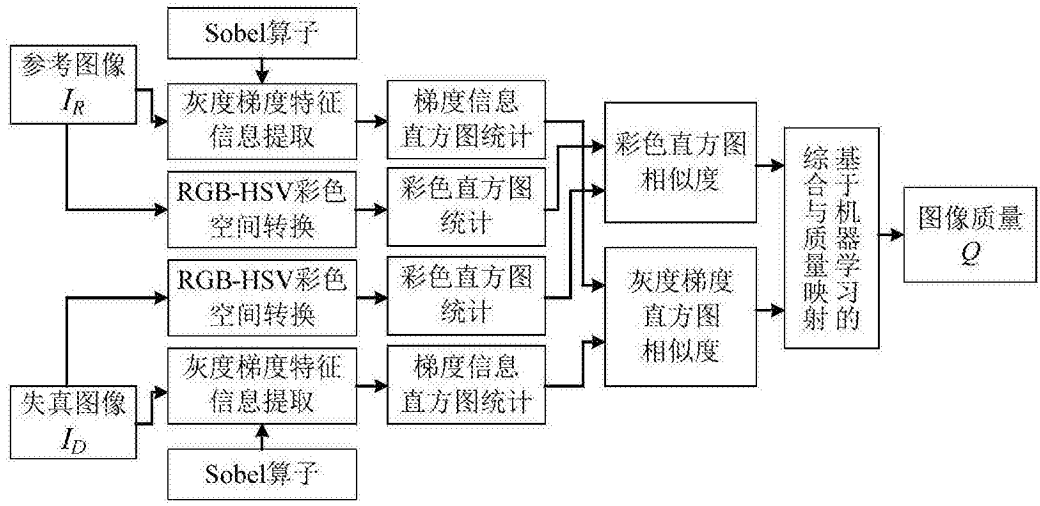


图1