



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107343196 A

(43)申请公布日 2017. 11. 10

(21)申请号 201710585157.9

(22)申请日 2017.07.18

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 侯春萍 马彤彤 岳广辉 刘月

冯丹丹

(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.

H04N 17/00(2006.01)

H04N 19/154(2014.01)

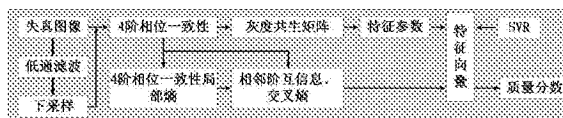
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种混合失真无参考图像质量评价方法

(57)摘要

本发明涉及一种混合失真无参考图像质量评价方法,包括:将失真图像记为I;通过计算其每个像素点的相位一致性值,即可得到I的相位一致性图,连续计算4阶相位一致性,并将得到的4幅相位一致性图像;计算局部熵;分别计算灰度共生矩阵;分别计算个特征参数,即对比度,相关性,能量和同质性;计算互信息和交叉熵;通过对失真图像连续进行两次低通滤波和下采样,分别得到失真图像的第二尺度和第三尺度的失真图像,对于三个尺度上的失真图像,通过特征提取,最终得到的失真图像的特征向量;利用支持向量回归机,建立特征向量到图像质量分数的映射关系模型,利用此模型实现图像质量预测。



1. 一种混合失真无参考图像质量评价方法,其特征在于包括以下步骤:

① 将失真图像记为 I, 设图像中某像素点为 x, 则其相位一致性为

$$PC(x) = \frac{\sum_n W(x) [A_n(x) \Delta \phi_n(x) - T]}{\sum_n A_n(x) + \epsilon}$$

其中, $\Delta \phi_n(x)$ 为偏移函数, $W(x)$ 为滤波器频带加权

值; $A_n(x)$ 表示第 n 个傅立叶分量的幅值; T 为估计的噪声; ϵ 为防止分母为零的常数; 符号 $[a]$ 表示如果 a 大于零, 则等于 a 本身, 否则为零; 通过计算图像 I 中每个像素点的相位一致性值, 即可得到 I 的相位一致性图, 记为 PC; 连续计算 4 阶相位一致性, 并将得到的 4 幅相位一致性图像记为 PC_n ($n=1, 2, 3, 4$);

② 计算 PC_n 的局部熵, 局部窗口设置为 3×3 , 将得到的 4 幅相位一致性局部熵图记为 H_n ($n=1, 2, 3, 4$);

③ 分别计算 PC_n ($n=1, 2, 3, 4$) 的灰度共生矩阵, 灰度共生矩阵的间隔距离取 1, 方向分别取 0° 、 45° 、 90° 和 135° , 即每幅相位一致性图像计算得到 4 个灰度共生矩阵, 总共获得 16 个灰度共生矩阵, 并记为 G_m ($m=1, 2, \dots, 16$); 分别计算 G_m 的 4 个特征参数, 即对比度, 相关性, 能量和同质性, 共得到 64 维特征向量;

④ 分别计算 PC_1 与 PC_2 , PC_2 与 PC_3 , PC_3 与 PC_4 间的互信息和交叉熵, 分别得到 3 个互信息和 3 个交叉熵; 然后, 分别计算 H_1 与 H_2 , H_2 与 H_3 , H_3 与 H_4 间的互信息和交叉熵, 同样分别得到 3 个互信息和 3 个交叉熵; 最终共获得 12 维特征向量;

⑤ 通过对失真图像连续进行两次低通滤波和下采样, 分别得到失真图像的第二尺度和第三尺度的失真图像, 对于三个尺度上的失真图像, 均完成上述步骤①到步骤④的特征提取过程, 最终得到的失真图像的特征向量为 228 维;

⑥ 利用支持向量回归机, 建立特征向量到图像质量分数的映射关系模型, 利用此模型实现图像质量预测。

一种混合失真无参考图像质量评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像质量评价方法,尤其是涉及一种混合失真无参考图像质量评价方法。

背景技术

[0002] 图像质量评价对于提高图像传输系统性能,改善图像观看品质非常重要。随着图像质量评价研究的深入,建立符合实际应用的图像质量评价模型成为研究人员工作的重点。

[0003] 在实际的图像处理系统中,往往无法获取原始图像,且图像常引入多种失真类型。因此,建立有效的针对混合失真图像的无参考质量评价方法十分重要。在混合失真图像中,多种失真类型相互作用而并不是孤立存在,因此,混合失真图像的质量变化比单失真图像要复杂的多,目前,多数的图像质量评价方法是针对单失真图像,将其应用在混合失真图像中,一般不会取得理想的效果,因此,对混合失真图像进行质量评价是当前图像质量评价领域的重点和难点。

发明内容

[0004] 本发明所需要解决的技术问题是提供一种混合失真无参考图像质量评价方法,该方法充分考虑到人类视觉特性以及与图像失真密切相关的图像特征,能有效提高客观评价结果与主观感知的相关性。本发明所采用的技术方案为:

[0005] 一种混合失真无参考图像质量评价方法,其特征在于包括以下步骤:

[0006] ①将失真图像记为 I ,设图像中某像素点为 x ,则其相位一致性为

$$PC(x) = \frac{\sum_n W(x) [A_n(x) \Delta \phi_n(x) - T]}{\sum_n A_n(x) + \epsilon} \quad \text{其中, } \Delta \phi_n(x) \text{ 为偏移函数, } W(x) \text{ 为滤波器频带加权}$$

值; $A_n(x)$ 表示第 n 个傅立叶分量的幅值; T 为估计的噪声; ϵ 为防止分母为零的常数;符号 $[a]$ 表示如果 a 大于零,则等于 a 本身,否则为零;通过计算图像 I 中每个像素点的相位一致性值,即可得到 I 的相位一致性图,记为 PC ;连续计算4阶相位一致性,并将得到的4幅相位一致性图像记为 PC_n ($n=1, 2, 3, 4$);

[0007] ②计算 PC_n 的局部熵,局部窗口设置为 3×3 ,将得到的4幅相位一致性局部熵图记为 H_n ($n=1, 2, 3, 4$);

[0008] ③分别计算 PC_n ($n=1, 2, 3, 4$)的灰度共生矩阵,灰度共生矩阵的间隔距离取1,方向分别取 0° 、 45° 、 90° 和 135° ,即每幅相位一致性图像计算得到4个灰度共生矩阵,总共获得16个灰度共生矩阵,并记为 G_m ($m=1, 2, \dots, 16$);分别计算 G_m 的4个特征参数,即对比度,相关性,能量和同质性,共得到64维特征向量;

[0009] ④分别计算 PC_1 与 PC_2 , PC_2 与 PC_3 , PC_3 与 PC_4 间的互信息和交叉熵,分别得到3个互信息和3个交叉熵;然后,分别计算 H_1 与 H_2 , H_2 与 H_3 , H_3 与 H_4 间的互信息和交叉熵,同样分别得到

3个互信息 和3个交叉熵;最终共获得12维特征向量;

[0010] ⑤通过对失真图像连续进行两次低通滤波和下采样,分别得到失真图像的第二尺度和第三尺度的失真图像,对于三个尺度上的失真图像,均完成上述步骤①到步骤④的特征提取过程,最终得到的失真图像的特征向量为228维;

[0011] ⑥利用支持向量回归机,建立特征向量到图像质量分数的映射关系模型,利用此模型实现图像质量预测。

附图说明

[0012] 图1为本发明方法的总体实现框图。

具体实施方式

[0013] 以下结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0014] 本发明提出一种混合失真无参考图像质量评价方法,其总体实现框图如图1所示,其具体过程为:首先,计算了4阶相位一致性图像以及4阶相位一致性图的局部熵图;然后,计算了每阶相位一致性图像的灰度共生矩阵,将灰度共生矩阵特征值作为图像特征向量;然后,计算了相邻阶相位一致性及其局部熵图像间的互信息及交叉熵;之后,通过低通滤波和下采样,对多尺度图像进行上述特征提取;最后,利用支持向量回归模型对图像的特征向量和相应的主观质量分数进行网络训练,得到图像的特征向量与主观质量分数的映射关系模型,利用此模型对图像的质量分数进行预测。本发明提出的混合失真无参考图像质量评价方法具体步骤如下:

[0015] ①将失真图像记为I,设图像中某像素点为x,则其相位一致性为

$$[0016] \quad PC(x) = \frac{\sum_n W(x) [A_n(x) \Delta \phi_n(x) - T]}{\sum_n A_n(x) + \varepsilon} \quad (1)$$

[0017] 其中,W(x)为滤波器频带加权值; $A_n(x)$ 为第n个傅里叶分量的幅值;T表示估计的噪声; ε 为一个非常小的常数,用于防止分母为零;符号 $\lfloor x \rfloor$ 的意义为:

$$[0018] \quad \lfloor x \rfloor = \begin{cases} x & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

[0019] 相位偏移函数 $\Delta \phi_n(x)$ 表示为

$$[0020] \quad \Delta \phi_n(x) = \cos(\phi_n(x) - \bar{\phi}(x)) - |\sin(\phi_n(x) - \bar{\phi}(x))| \quad (3)$$

[0021] 通过计算图像I中每个像素点的相位一致性值,即可得到I的相位一致性图,记为PC。连续计算4阶相位一致性,并将得到的4幅相位一致性图像记为 PC_n ($n=1, 2, 3, 4$)。

[0022] ②计算 PC_n 的局部熵,局部窗口设置为 3×3 ,将得到的4幅相位一致性局部熵图记为 H_n ($n=1, 2, 3, 4$)。局部熵具体计算方法如下:设 $f(i, j)$ 为图像I中 (i, j) 处的像素点, $M \times N$ 为图像中以 (i, j) 为中心点的局部窗口,则 $f(i, j)$ 的局部熵为:

$$[0023] \quad H = - \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N p_{ij} \log_2 p_{ij} \quad (4)$$

$$[0024] \quad p_{ij} = \frac{f(i, j)}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N f(i, j)} \quad (5)$$

[0025] 其中, H 为点 $f(i, j)$ 的局部熵, p_{ij} 为局部窗口中点 (i, j) 处的灰度分布概率。将上述方法对整幅图像进行遍历, 便可得到整幅图像的局部熵。

[0026] ③分别计算 PC_n ($n=1, 2, 3, 4$) 的灰度共生矩阵, 灰度共生矩阵的间隔距离取 1, 方向分别取 0° 、 45° 、 90° 和 135° , 即每幅相位一致性图像计算得到 4 个灰度共生矩阵, 总共获得 16 个灰度共生矩阵, 并记为 G_m ($m=1, 2, \dots, 16$)。分别计算 G_m 的 4 个特征参数, 即对比度, 相关性, 能量和同质性, 共得到 64 维特征向量。

[0027] ④分别计算 PC_1 与 PC_2 , PC_2 与 PC_3 , PC_3 与 PC_4 间的互信息和交叉熵, 分别得到 3 个互信息和 3 个交叉熵; 然后, 分别计算 H_1 与 H_2 , H_2 与 H_3 , H_3 与 H_4 间的互信息和交叉熵, 同样分别得到 3 个互信息和 3 个交叉熵。最终共获得 12 维特征向量。互信息具体定义如下: 设两幅图像 Y 和 S , 记两幅图像的熵分别为 $H(Y)$ 、 $H(S)$, 联合熵为 $H(Y, S)$:

$$[0028] \quad H(Y) = -\sum_a P_Y(a) \log P_Y(a) \quad (6)$$

$$[0029] \quad H(S) = -\sum_b P_S(b) \log P_S(b) \quad (7)$$

$$[0030] \quad H(Y, S) = -\sum_{a,b} P_{YS}(a, b) \log P_{YS}(a, b) \quad (8)$$

[0031] 其中, $a \in Y, b \in S$, $P_Y(a)$ 和 $P_S(b)$ 分别为图像 Y 和 S 的概率分布, $P_{YS}(a, b)$ 表示两幅图像的联合分布。2 幅图像的互信息可以表示为:

$$[0032] \quad M(Y, S) = H(Y) + H(S) - H(Y, S) \quad (9)$$

[0033] 交叉熵的具体定义如下: 设两幅图像 Y 和 S , 其归一化后的灰度直方图分别为 $P = \{p_0, p_1, \dots, p_{L-1}\}$ 和 $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_{L-1}\}$, 则 Y 和 S 的交叉熵可以记为:

$$[0034] \quad D(P, Q) = \sum_{i=0}^{L-1} p_i \ln \frac{p_i}{q_i} \quad (10)$$

[0035] ⑤通过低通滤波和下采样, 分别再 3 个尺度上完成上述特征提取过程, 最终, 图像特征向量为 228 维。

[0036] ⑥利用支持向量回归机, 建立特征向量到图像质量分数的映射关系模型, 利用此模型即可实现图像质量预测。

[0037] 为了验证本发明方法的性能, 将其在 MLIVE 和 MDID2013 数据库上进行测试。选取 3 个图像质量评价领域通用的性能指标, 即皮尔森相关系数 (PLCC)、斯皮尔曼相关系数 (SROCC) 和均方根误差 (RMSE)。实验方法设置如下: 将整个数据库随机分为 80% 的训练集和 20% 的测试集; 提取训练集图像的特征向量, 并将其特征向量和相应的图像主观质量分数输入支持向量回归机中, 训练得到特征向量与主观质量分数的映射关系模型; 利用此回归模型, 对测试图像的质量进行预测, 并利用预测分数与主观质量分数进行比较, 计算得到 PLCC、SROCC 和 RMSE 值; 将上述过程重复 1000 次, 取各性能参数的中值作为本发明方法的最终性能。

[0038] 本发明方法在 MLIVE 和 MDID2013 数据库上测试得到的性能指标如表 1 所示, 可以看出, RMSE 值较小, 说明本发明方法的预测结果较为准确。在 MDID2013 数据库上测试结果中,

PLCC和SROCC值 均在0.92以上;在MLIVE数据库上测试结果中,PLCC和SROCC值均达到0.94以上,说明本发明方 法取得了与人眼视觉特性非常一致的结果,是一种有效的混合失真无参考图像质量评价方法。

[0039] 表1MLIVE和MDID2013数据库上测试结果

数据库		MLIVE			MDID2013		
[0040]	性能指标	SROCC	PLCC	RMSE	SROCC	PLCC	RMSE
	测试结果	0.9484	0.9523	5.7323	0.9203	0.9226	0.0182

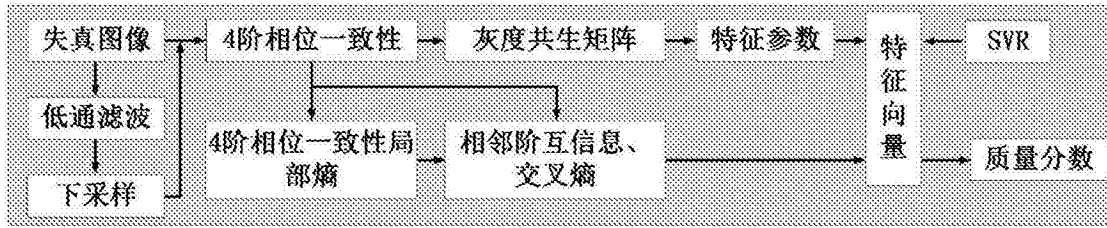


图1