

# 权利要求书

1. 一种针对稳定填充的球形收敛样本块修复方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 S1：初始化待修复区域：

步骤 S2：为最大置信度值  $\max(C)$  设定分割阈值  $t$ ：

步骤 S3：确定待修复区域边界样本块的优先级：

步骤 S4：寻找最佳匹配块：

步骤 S5：匹配块对应像素值填充：

步骤 S6：更新填充边缘置信度值：

步骤 S7：循环步骤 S3-步骤 S6，直到待修复区域  $\Omega$  修复完成；

步骤 S3 中，其具体步骤如下：

根据基于球形收敛的优先权法则确定每一个待填充区域边界样本块的优先级，所述基于球形收敛的优先权法则为：

$$P(p) = \begin{cases} a \times C(p) + b \times D(p) & \text{if } \max(C) \geq t \\ P(\Psi_{p_i}) | \exists p_i \in \partial\Omega : d_{\max}[\Psi_p, \Psi_{p_i}] & \text{otherwise} \end{cases}$$

式中， $a$  和  $b$  的值为： $a=0.3$ ， $b=0.7$ ， $a$  和  $b$  表示数据项在优先权中占主导因素，阈值  $t=0.6$ ；

$C(p)$  为置信项，表示待修复块中已知像素所占比例，已知信息越多， $C(p)$  值越大，则表示像素块可以得到优先修复；

$D(p)$  为数据项，其值的大小取决于等照度线的方向与边界法向量的夹角，如果夹角越小，表明点  $p$  的结构信息越强，则  $D(p)$  越大，等照度线垂直于修补区域边界的像素块具有较大的  $D(p)$  值，得到优先修复；

$\Psi_p$  表示当前的待修复块；

$\Psi_{p_i}$  表示在待修复区域边界  $\partial\Omega$  上根据最远几何距离  $d_{\max}[\Psi_p, \Psi_{p_i}]$  选择的下一个待修复块；

当置信项的最大值  $\max(C)$  大于阈值  $t$  时，为优先修复图像的结构区域，采用结构优先比例计算优先权，使得数据项在优先权中占主导因素；

当置信项的最大值  $\max(C)$  小于阈值  $t$  时，则按照球形收敛的优先权法则确定填充顺序；

上式中，

$$C(p) = \frac{\sum_{q \in \Psi_p \cap (I - \Omega)} C(q)}{|\Psi_p|}$$
$$D(p) = \frac{|\nabla I_p^\perp \cdot \mathbf{n}_p|}{\alpha}$$

# 权 利 要 求 书

式中： $|\psi_p|$ 表示 $\psi_p$ 的面积，即待填充块 $\psi_p$ 中像素点的数目；

$n_p$ 表示 $p$ 点的法向量，

$\nabla I_p^\perp$ 表示 $p$ 点等照度线的方向和强度，表达式为 $\nabla I_p^\perp = \frac{(-I_y, I_x)}{\sqrt{I_x^2 + I_y^2}}$ ；

$\alpha$ 是一个归一化因子，对于典型的灰度图像，其值为 255；

按照球形收敛的优先权法则确定填充顺序的方法为：

a.在待修复区域 $\Omega$ 中选择优先级最大的以 $p'$ 为中心点的待修复块 $\psi_{p'}$ 为需要最先被修复的样本块，根据最远几何距离规则，在待修复区域 $\Omega$ 中选择以 $p''$ 为中心点的 $\psi_{p''}$ 为下一个待修复块，即使得中心点 $p'$ 和 $p''$ 的几何距离最远；

b.根据基于曼哈顿距离的匹配准则找到待修复块 $\psi_{p'}$ 的最佳匹配块 $\psi_q'$ ，并填充 $\psi_{p'}$ ；

c.以 $\psi_{p''}$ 为当前待修复块，按照最远几何距离在待修复区域 $\Omega$ 中找到下一个待修复块 $\psi_{p''}$ ，使得中心点 $p'$ 和 $p''$ 的几何距离最远；

d.根据基于曼哈顿距离的匹配准则找到待修复块 $\psi_{p''}$ 的最佳匹配块 $\psi_q''$ ，同时填充 $\psi_{p''}$ ；

e.重复上述过程，直到待填充区域 $\Omega$ 修复完成；

对于不同类型的破损图像，采用球形收敛的优先权法则均可优先修复图像的结构部分，当置信项的最大值 $\max(C)$ 小于设定阈值 $t$ 后，大面积破损图像中剩余的纹理和平滑区域按照球形收敛的修复过程进行；针对小尺度破损图像，优先修复结构信息后，剩余的破损区域会形成多个不连通的块，球形收敛的优先权法则将所有的块当作一个整体进行修复。

2.根据权利要求1所述的一种针对稳定填充的球形收敛样本块修复方法，其特征在于，所述步骤S1，具体如下：记 $I$ 为整幅图像， $\phi$ 为图像已知区域，用同一种颜色标记图像待修复区域 $\Omega(\Omega = I - \phi)$ ； $\delta\Omega$ 为待修复区域的边界，将整幅图像 $I$ 中的已知区域 $\phi$ 内的像素点 $p$ 的置信度值 $C(p)$ 初始化为1，未知区域 $\Omega$ 内的像素点 $p$ 的置信度值 $C(p)$ 初始化为0。

3.根据权利要求1所述的一种针对稳定填充的球形收敛样本块修复方法，其特征在于，所述步骤S4，具体如下：

选择优先权最大的一个待填充块为当前待修复块 $\psi_p$ ，在整幅图像 $I$ 的已知区域 $\phi$ 内按照基于曼哈顿距离的匹配准则寻找与待修复块 $\psi_p$ 最为相似的填充块 $\psi_q$ ；

基于曼哈顿距离的匹配准则为：

# 权利要求书

$$d(\Psi_p, \Psi_q)' = d_M(\Psi_p, \Psi_q) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |p_{ij}^R - q_{ij}^R| + |p_{ij}^G - q_{ij}^G| + |p_{ij}^B - q_{ij}^B|$$

其中， $d_M(\Psi_p, \Psi_q)$ 表示曼哈顿距离， $m$ 、 $n$ 表示待修复块 $\Psi_p$ 的长度和宽度， $p$ 、 $q$ 表示待修复块 $\Psi_p$ 和匹配块 $\Psi_q$ 的像素值。

4.根据权利要求1所述的一种针对稳定填充的球形收敛样本块修复方法，其特征在于，所述步骤S5，具体如下：将当前待填充块 $\Psi_p$ 的缺失部分用最佳匹配块 $\Psi_q$ 中对应的像素值进行填充。

5.根据权利要求1所述的一种针对稳定填充的球形收敛样本块修复方法，其特征在于，所述步骤S6，具体如下：在当前待填充块 $\Psi_p$ 被新的像素块填充后，采用基于斯特林理论的置信度更新准则更新填充边缘的置信度 $C(p)$ 值。

6.根据权利要求1所述的一种针对稳定填充的球形收敛样本块修复方法，其特征在于，所述步骤S6中的基于斯特林理论的置信度更新准则为：

$$C(q) = \sqrt{2\pi C(p)} \left( \frac{C(p)}{e} \right)^{C(p)} e^{0.08C(p)}$$

其中， $C(p)$ 为当前待填充块的置信项， $C(q)$ 为更新后的置信项；

斯特林公式是估计 $n!$ 近似值的数学公式： $n! = \sqrt{2\pi n} \left( \frac{n}{e} \right)^n e^{\lambda^n}$ ，令 $\lambda^n = 0.08C(p)$ ， $n! = C(q)$ ，

因此提出的基于斯特林理论的置信项更新准则为： $C(q) = \sqrt{2\pi C(p)} \left( \frac{C(p)}{e} \right)^{C(p)} e^{0.08C(p)}$ 。