



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106327443 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610710468.9

(22)申请日 2016.08.24

(71)申请人 电子科技大学

地址 610054 四川省成都市建设北路二段  
四号

(72)发明人 饶云波 刘伟 宋佳丽 范柏江

(51)Int. Cl.

G06T 5/00(2006.01)

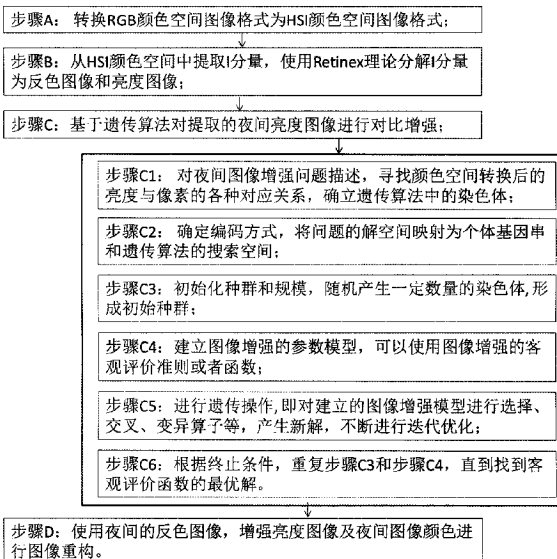
权利要求书4页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法

(57)摘要

本发明首次提出基于改进遗传算法来增强夜间图像,适合处理低对比度和噪声的夜间图像,弥补了传统的图像增强算法存在的问题,如混淆现象、重像、光环等。本发明采用交叉方式对全局进行搜索,随机选择定义增强图像间的两个染色体之间的线性联合,来确保交叉算子在父代和子代直接搜索。具体算法过程包括:随机产生染色体,其长度为增强图像的亮度等级;从当前分量中使用适度函数选取染色体,并利用遗传算法交叉方式及变异算子产生子代;利用淘汰算法淘汰不满足条件的染色体;利用遗传算法的搜索策略遍历所有染色体,如果满足停止搜索策略则输出最优染色体,否则重复第二步子代生成算法直至产生最优解并完成输出。与目前现有的图像对比增强方法相比,本发明提出的基于遗传算法的夜间图像对比增强很好解决了增强后图像颜色不协调问题及遗传算法在图像增强时的缺陷。



1. 一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法,其特征首先将RGB颜色空间转换到HSI颜色空间,然后提取HSI颜色空间中的灰度I分量,由于本发明是基于亮度增强,所以提取I分量后进一步的使用Retinex理论分解为反色图像R和亮度图像L,对比增强夜间图像亮度通过遗传算法优化完成,最后增强的夜间图像通过增强的亮度,反色图像及夜间图像颜色重构,提出的基于改进的遗传算法增强夜间图像,其本质是将实际图像增强问题转化为遗传算法参数优化问题,该算法的基本步骤包括:

步骤101:转换RGB颜色空间图像格式为HSI颜色空间图像格式;

步骤102:从HSI颜色空间中提取I分量,使用Retinex理论分解I分量为反色图像和亮度图像;

步骤103:基于遗传算法对提取的夜间亮度图像进行对比增强;

步骤104:使用夜间的反色图像,增强亮度图像及夜间图像颜色进行图像重构。

2. 根据权利要求1所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法,其特征在于所述步骤101考虑到目前图像对比度增强技术主要是基于灰度图像进行处理,如果彩色图像增强直接使用灰度图像增强算法,结果不理想;如果对色彩空间进行转换,可以把相关的三个分量转变到不相关的色度空间里去,增强后的结果较好,通过分析发现,HSI颜色模型能更好的满足这一需求,首先假设输入的低亮度RGB彩色图像由红、绿、蓝三个色调确定,从RGB颜色空间转换到HSI颜色空间,具体的各个分量求解如下,H分量可用如下公式得到:

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases} \quad (1)$$

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

饱和度分量S由下式给出:

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

最后亮度分量I由下式给出:

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (4)$$

其中H表示色度(Hue),S表示饱和度(Saturation),I表示亮度值(Intensity),在增强的过程中,色度和饱和度保持不变,直接增强彩色图像的亮度分量,确保没有颜色偏移,更能满足人眼的要求,注意:在本发明中假定RGB值归一化为[0,1]范围内,角度 $\theta$ 根据HSI空间的轴衡量,得到的H分量可以除以 $360^\circ$ 归一化为[0,1]范围内,如果给出的RGB值在[0,1]区间内,则HSI其它两个分量S和I也会归一为[0,1]范围内。

3. 根据权利要求1所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法,其特征在于所述步骤102从HSI颜色空间中提取I分量,并使用Retinex理论分解I分量,为了更好地保护好增强后图像细节,本发明使用遗传算法优化增强亮度图像,增强后的亮度再反变换回RGB彩色空间,灰度图像I分量通过Retinex理论进一步表示为亮度图像和反色度图像,亮度图像L(x,y)在图像中表示低频分量,反色图像R(x,y)在图像中表示高频分量,在颜色恒定的条件下可通过改变亮度图像和反射图像在原图像中的比例来达到增强图像的目的,在本发明中L(x,y)使用高斯低通滤波器来评估亮度分量,实际上是一个带高斯核的2D离散卷积,数学

表示如下：

$$L(s, \sigma_h, \sigma_i) = \frac{\sum_{p \in N_s} g(\|p-s\|, \sigma_h) g(D(p, s), \sigma_i) I_p}{\sum_{p \in N_s} g(\|p-s\|, \sigma_h) g(D(p, s), \sigma_i)} \quad (5)$$

$$g(x, \sigma) = e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}} / (\sigma\sqrt{2\pi}) \quad (6)$$

$$N_s = \text{Kernel} = \begin{bmatrix} p_x = [s_x - k, s_x + k] \\ p_y = [s_y - k, s_y + k] \end{bmatrix} \quad (7)$$

其中 $D(p, s) \equiv I_p - I_s$ ,  $N_s$ 是核函数, 表示像素的距离。

4. 根据权利要求1所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法, 其特征在于步骤103对图像的亮度层, 提出了一种改进的遗传算法优化参数以增强图像的算法, 基本过程是: 首先进行图像颜色空间转换, 从RGB颜色空间转换到HIS颜色空间; 然后提取亮度分量, 并对亮度对应关系进行编码; 针对亮度分量构造增强后的评价标准函数, 通过遗传因子搜索最优解; 最后将各分量数据合成, 从而实现了彩色图像的增强, 遗传算法在图像增强中的流程如下:

步骤201: 对夜间图像增强问题描述, 寻找颜色空间转换后的亮度与像素的各种对应关系, 确立遗传算法中的染色体;

步骤202: 确定编码方式, 将问题的解空间映射为个体基因串和遗传算法的搜索空间;

步骤203: 初始化种群和规模, 随机产生一定数量的染色体, 形成初始种群;

步骤204: 建立图像增强的参数模型, 可以使用图像增强的客观评价准则或者函数;

步骤205: 进行遗传操作, 即对建立的图像增强模型进行选择、交叉、变异算子等, 产生新解, 不断进行迭代优化;

步骤206: 根据终止条件, 重复步骤203和步骤204, 直到找到客观评价函数的最优解。

5. 根据权利要求4所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法, 其特征在于所述步骤201为了增强图像的对比度, 首先提出夜间图像亮度与增强后的图像亮度之间的关系, 然后利用亮度等级进行编码, 在本发明中将输入图像的亮度取值范围设置为 $[0, 255]$ , 假设图像的最小亮度为 $L_{\min}$ , 图像的最大亮度为 $L_{\max}$ , 最小亮度值 $L_{\min}$ 在增强的亮度帧中映射为0, 最大亮度值 $L_{\max}$ 在增强亮度帧中映射为255, 即8位的图像增强后的帧亮度动态范围是 $[0, 255]$ ,

染色体是遗传操作的基本载体, 其编码采用二进制编码, 二进制编码规则需要满足: (1)所设计的编码方案应当易于生成与所求问题相关的短定义距和低阶的基因块, (2)所设计的编码方案应采用最小字符集以使问题得到自然的表示或描述, 在本发明中, 每个基因的增加量设置为 $\Delta_{(i-1)}$ , 串长 $n = (L_{\max} - L_{\min} + 1)$ , 表示为 $\Delta_{n-1}, \Delta_{n-2}, \dots, \Delta_0$ , 可以通过如下的表达式进行计算:

$$L_{\text{output}}(i) = L_{\text{output}}(i-1) + \Delta_{(i-1)} \quad 1 \leq i \leq n \quad (8)$$

根据以上分析, 本发明给出增强图像亮度 $O_L(i)$ 和输入图像亮度两者间的对应关系如下:

$$O_L(i) = \frac{L_{output}(i - L_{min})}{L_{max} - L_{min}} * \Delta(i - 1) * 255 \quad (9)$$

因此公式(12)其关系是对应输入图像亮度*i*和输出亮度 $O_L(i)$ 。

6. 根据权利要求4所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法,其特征在于所述步骤204基于遗传算法在亮度层的图像增强,提出图像质量评价标准,即适应度函数,然后利用遗传算法搜索效果最优的亮度对应关系,

设 $L(x, y)$ 表示坐标为 $(x, y)$ 的原始图像的亮度, $L'(x, y)$ 表示坐标 $(x, y)$ 的图像增强后的亮度,先进行归一化处理,

$$m(x, y) = [L(x, y) - L_{min}] / [L_{max} - L_{min}] \quad (10)$$

其中 $L_{max}, L_{min}$ 分别表示该亮度图像的最大值和最小值,显然有 $0 \leq m(x, y) \leq 1$ ,我们定义非线性变换函数为 $m'(x, y)$ , $0 \leq i \leq 1$ ,则可得

$$m'(x, y) = O_L[m(x, y)] \quad (11)$$

其中 $0 \leq m'(x, y) \leq 1$ ,则根据 $m'(x, y)$ 的值可得到输出图像亮度 $L'_{output}(x, y)$ ,

此时利用遗传算法编码并产生初始群体,每条染色体包含1个基因段,图像质量评价标准,即适应度函数,本发明提出的评价图像质量的策略函数作为适应度函数,定义如式(15)所示:

$$Function(i) = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N m(x, y) * L_{output}^2(i - L_{min})}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N m'(x, y) * L_{output}^2(L_{max} - L_{min})} * 255 \quad (12)$$

其中 $n = M \times N$ , $M, N$ 分别为增强图像的宽和高,染色体用*i*表示,如果适应度函数 $Function(i)$ 的值越大,那么表示图像的亮度分布越均匀,增强的图像效果越好,将增强后的亮度图像反归一化处理,就得到输出增强的图像 $L'(x, y)$ ,也就是:

$$L'(x, y) = L_{output}^2(L_{max} - L_{min}) m'(x, y) * 255 \quad (13)$$

7. 根据权利要求4所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法,其特征在于所述步骤205使用轮盘赌模型的选择方式作为选择算子,其基本原理是根据每个染色体适应值的比例来确定该个体的选择概率或生存概率,因此可以建立一个轮盘赌模型来表示这些概率,选择的过程就是旋转轮盘若干次(次数等于种群规模),每次为新种群选出一个个体,轮盘这种选择方法的特点就是随机采样过程,选择一对父代有更大值的可能产生有效的交叉,

变异操作是对种群中的个体串的某些基因位置上的基因值作变动,用来确保高亮度的不同个体,首先应用到新的结构个体,每个随机的元素表示整数个体,在遗传操作中,如果变异概率增强,搜索解表不会陷入局部最小,但是可能破坏好个体。

8. 根据权利要求4所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法,其特征在于所述步骤204提出遗传算法的自适应度函数,初始化以一个随机的基因信息在第一代给出,对于停止规则,停止的条件根据图像最终的亮度等级来确定,比如8比特的图像的亮度等级最多设置为256,也可以以一定的代数而停止,在本发明中我们结合亮度等级和常数12代内遗传算法停止为准,那个指标先达到,就先停止,设置初始的个体数目为120(即图像亮度等

级),下一代的个体存活率设为65%,变异率设为0.01%。

9.根据权利要求4所述的一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法,其特征在于所述步骤104使用增强后的图像亮度信息、夜间图像的颜色信息、灰度信息等进行重构,获得增强后的图像。

## 一种改进的遗传算法的夜间图像增强方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及计算机视觉领域和信号处理领域,特别是涉及图像增强、遗传算法和图像处理的方法。

### 背景技术

[0002] 对比增强技术是图像增强处理的一个关键技术,比如一些数字胶片、视频监控、计算机视觉处理等。图像经常因为一些不可控制的因素,如非专业的拍照记录、图像转换过程中信息的丢失、环境亮度变化、获取图像的设备等都会导致图像的退化或丢失部分信息。为了解决这些问题,许多研究者提出低质量低亮度的图像增强算法。

[0003] 传统的图像对比增强算法主要分为两类:空域法、频域法。空域法包括:直方图均衡、平滑滤波、局部灰度、边缘提取等,传统算法适合特定图像且普遍适用性较差。频域法包括:傅立叶变换、DCT变换等。方法计算量大,需要人工干预。基于分析,本发明把图像对比增强技术归纳为两类:线性增强方法和非线性增强方法。所谓线性增强方法指定义对比增强并尽量改善对比度,假设低亮度图像的灰度阶范围为 $[a, b]$ ,增强后的图像的灰度阶范围线性地扩展到 $[c, d]$ ,则线性增强的数学表达式为:

$$[0004] \quad g(x, y) = \frac{d-c}{b-a} \times [f(x, y) - a] + c \quad (1)$$

[0005] 图1(a)显示了一个典型的线性转换为对比增强的曲线。方法简单,计算量较小,但当图像的灰度像素集中在最大灰度等级或者最小灰度等级时,线性转换对比增强的结果并不理想。最近一些研究者提出非线性的对比增强技术,这类方法相当于对图像进行某种变换,以达到图像增强的目的,涉及到变化参数的确定问题,计算量较大。非线性对比度增强算法主要包括:Gamma增强、像素灰度技术的转换、直方图均衡技术、过滤器技术、局部灰度、边缘提取等,图1(b)显示了典型的使用非线性转换的对比增强的曲线。

[0006] 图像直方图是描述数字图像中各灰度级与其出现频率间的统计关系。假设图像的灰度等级范围是,第灰度级的像素个数的函数如下:

$$[0007] \quad h(r_k) = n_k \quad (2)$$

[0008] 其中 $k=0, 1, \dots, L-1$ ,  $r_k$ 是第 $k$ 级灰度,  $n_k$ 表示图像中灰度级为 $r_k$ 的像素个数。对归一化的直方图,由第 $k$ 灰度级的像素总数除以图像总的像素个数,即: $p(r_k) = n_k/n$ 得到。作直方图的目的就是通过观察图的形状,判断生产过程是否稳定,预测生产过程的质量。如果一幅图像的像素占有全部可能的灰度级并且分布均匀,则显示的图像有高对比度和多变的灰度色调。

[0009] 直方图均衡化是图像处理领域中利用图像直方图对对比度进行调整的方法。直方图均衡化是把原始图像的灰度直方图从比较集中的某个灰度区间变成在全部灰度范围内的均匀分布。其目的是对图像进行非线性拉伸,重新分配图像像素值,使一定灰度范围内的像素数量大致相同,然后把给定图像的直方图分布改变成“均匀”分布直方图分布。存在的问题是:(1)变换后图像的灰度级减少,某些细节消失;(2)某些图像,如直方图有高峰,经处

理后对比度不自然的过分增强；(3)由于灰度拉伸导致过度增强或者闪烁效果。于是各种基于直方图均衡修改的算法提出来弥补这些问题，其目标是接近于直方图均衡的模式。为了更好的保护好图像的边缘细节，一些研究者提出直方图修改的框架，增强的映射函数 $T[n]$ 表达如下：

$$[0010] \quad T[n] = \begin{cases} n \times s_b & n \leq b \\ n \times g[n] & b < n < w \\ w + (n - w) \times s_w & w \leq n \end{cases} \quad (3)$$

[0011] 其中 $b$ 表示拉伸到最大黑色部分的灰度等级， $w$ 表示拉伸到最大白色部分的灰度等级， $g[n]$ 是表示 $s_b$ 和 $s_w$ 之间灰度函数映射关系。 $s_b$ 和 $s_w$ 表示亮度明暗拉伸因素。为了处理一些噪声和明暗拉伸问题，直方图均衡应用在 $T[n]$ 的各个阶段。

[0012] 基于线性或非线性的对比增强算法多数基于灰度层进行处理，如果彩色图像增强直接使用这些算法将要产生颜色不协调的问题。原因是：彩色图像的红、绿、蓝三个分量并不是线性关系，但是三个分量之间有很强的相关性。因此常常需要对图像颜色空间进行转换。对图像增强技术而言，遗传算法在处理的过程通常存在如下缺陷：①对图像进行全局增强处理，忽略图像的局部信息，使用遗传算法优化的增强结果不能令人满意；②各种参数的设置需要用户的干预，通常不能自动完成图像增强处理；③由于图像数据量大，遗传算法实现所需的时间长。鉴于此，本发明的主要目的是解决增强后图像颜色不协调问题及遗传算法在增强图像时的缺陷。为了实现此目标，我们提出了一种基于改进的遗传算法对彩色图像进行增强处理。

### 发明内容

[0013] 为了解决当前技术进行彩色图像增强后图像颜色不协调问题及遗传算法在增强图像时的缺陷。本发明提出了一种基于改进的遗传算法对彩色图像进行增强处理。

[0014] 在本发明提出的框架中，首先将RGB颜色空间转换到HSI颜色空间，然后提取HSI颜色空间中的灰度I分量。由于本发明是基于亮度增强，所以提取I分量后进一步的使用Retinex理论分解为反色图像R和亮度图像L。对比增强夜间图像亮度通过遗传算法优化完成，最后增强的夜间图像通过增强的亮度，反色图像及夜间图像颜色重构。提出的基于改进的遗传算法增强夜间图像，其本质是将实际图像增强问题转化为遗传算法参数优化问题。基本步骤包括：

[0015] 步骤A转换RGB颜色空间图像格式为HSI颜色空间图像格式；

[0016] 步骤B从HSI颜色空间中提取I分量，使用Retinex理论分解I分量为反色图像和亮度图像；

[0017] 步骤C基于遗传算法对提取的夜间亮度图像进行对比增强；

[0018] 步骤D使用夜间的反色图像，增强亮度图像及夜间图像颜色进行图像重构。

### 附图说明

[0019] 图1(a)是线性转换方法，图1(b)非线性转换方法。

[0020] 图2是RGB夜间图像到HSI颜色空间的图像。其中图2(a)图是亮度(灰度)I分量，图2(b)是色度H分量，图2(c)饱和度S分量。

[0021] 图3(a)是图像输入输出的亮度映射关系,图3(b)是输入图像和增强图像的亮度映射关系。

[0022] 图4本发明算法具体实施原理以及框图。

### 具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体的实施例对本发明做进一步的说明。

[0024] 实施步骤A:目前图像对比度增强技术主要是基于灰度图像进行处理,如果彩色图像增强直接使用灰度图像增强算法,结果不理想。如果对色彩空间进行转换,可以把相关的三个分量转变到不相关的色度空间里去,增强后的结果较好。通过分析发现,HSI颜色模型能更好的满足这一需求。假设输入的低亮度RGB彩色图像由红、绿、蓝三个色调确定。从RGB颜色空间转换到HSI颜色空间,具体的各个分量求解如下,H分量可用如下公式得到:

$$[0025] \quad H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases} \quad (4)$$

$$[0026] \quad \theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \quad (5)$$

[0027] 饱和度分量S由下式给出:

$$[0028] \quad S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (6)$$

[0029] 最后亮度分量I由下式给出:

$$[0030] \quad I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (7)$$

[0031] 其中H表示色度(Hue),S表示饱和度(Saturation),I表示亮度值(Intensity)。在增强的过程中,色度和饱和度保持不变,直接增强彩色图像的亮度分量,确保没有颜色偏移,更能满足人眼的要求。注意:在本发明中假定RGB值归一化为[0,1]范围内,角度 $\theta$ 根据HSI空间的轴衡量,得到的H分量可以除以 $360^\circ$ 归一化为[0,1]范围内。如果给出的RGB值在[0,1]区间内,则HSI其它两个分量S和I也会归一为[0,1]范围内。图2显示了一个RGB彩色图像转换为HSI空间的图像情况。

[0032] 实施步骤B:为了更好地保护好增强后图像细节,本发明使用遗传算法优化增强亮度图像,增强后的亮度再反变换回RGB彩色空间。灰度图像I分量通过Retinex理论进一步表示为亮度图像和反色度图像,亮度图像 $L(x, y)$ 在图像中表示低频分量,反色图像 $R(x, y)$ 在图像中表示高频分量,在颜色恒定的条件下可通过改变亮度图像和反射图像在原图像中的比例来达到增强图像的目的。在本发明中 $L(x, y)$ 使用高斯低通滤波器来评估亮度分量,实际上是一个带高斯核的2D离散卷积,数学表示如下:

$$[0033] \quad L(s, \sigma_h, \sigma_l) = \frac{\sum_{p \in N_s} g(\|p-s\|, \sigma_h) g(D(p, s), \sigma_l) I_p}{\sum_{p \in N_s} g(\|p-s\|, \sigma_h) g(D(p, s), \sigma_l)} \quad (8)$$

$$[0034] \quad g(x, \sigma) = e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}} / (\sigma\sqrt{2\pi}) \quad (9)$$



$$[0035] \quad N_s = \text{Kernel} = \begin{bmatrix} p_x = [s_x - k, s_x + k] \\ p_y = [s_y - k, s_y + k] \end{bmatrix} \quad (10)$$

[0036] 其中 $D(p, s) \equiv |p - s|$ ,  $N_s$ 是核函数, 表示像素的距离。

[0037] 实施步骤C: 本发明针对图像的亮度层, 提出了一种改进的遗传算法优化参数以增强图像的算法。基本过程是: 首先进行图像颜色空间转换, 从RGB颜色空间转换到HIS颜色空间; 然后提取亮度分量, 并对亮度对应关系进行编码; 针对亮度分量构造增强后的评价标准函数, 通过遗传因子搜索最优解; 最后将各分量数据合成, 从而实现了彩色图像的增强。遗传算法在图像增强中的流程如下:

[0038] C1对夜间图像增强问题描述, 寻找颜色空间转换后的亮度与像素的各种对应关系, 确立遗传算法中的染色体;

[0039] C2确定编码方式, 将问题的解空间映射为个体基因串和遗传算法的搜索空间;

[0040] C3初始化种群和规模, 随机产生一定数量的染色体, 形成初始种群;

[0041] C4建立图像增强的参数模型, 可以使用图像增强的客观评价准则或者函数;

[0042] C5进行遗传操作, 即对建立的图像增强模型进行选择、交叉、变异算子等, 产生新解, 不断进行迭代优化;

[0043] C6根据终止条件, 重复步骤C3和步骤C4, 直到找到客观评价函数的最优解。

[0044] 下面对图像增强的每一步进行分析说明:

[0045] 确立染色体编码: 由于遗传算法的鲁棒性, 它对编码的要求并不苛刻。遗传算法不是对研究对象直接进行讨论, 而是通过某种编码把对象统一赋予由特定符号按一定顺序排成的串。为了增强图像的对比度, 首先提出夜间图像亮度与增强后的图像亮度之间的关系, 然后利用亮度等级进行编码, 在本发明中将输入图像的亮度取值范围设置为 $[0, 255]$ 。假设图像的最小亮度为 $L_{\min}$ , 图像的最大亮度为 $L_{\max}$ , 最小亮度值 $L_{\min}$ 在增强的亮度帧中映射为0, 最大亮度值 $L_{\max}$ 在增强亮度帧中映射为255, 即8位的图像增强后的帧亮度动态范围是 $[0, 255]$ , 对应关系如图3(a)所示。其中 $0 \leq L_{\min} \leq L_{\max} \leq 255$ ,  $L(x, y)$ 为输入图像亮度图,  $L'(x, y)$ 为增强后输出图像的亮度。

[0046] 染色体是遗传操作的基本载体, 其编码采用二进制编码。二进制编码规则需要满足: (1)所设计的编码方案应当易于生成与所求问题相关的短定义距和低阶的基因块。(2)所设计的编码方案应采用最小字符集以使问题得到自然的表示或描述。在本发明中, 每个基因的增加值设置为 $\Delta_{(i-1)}$ , 串长 $n = (L_{\max} - L_{\min} + 1)$ , 表示为 $\Delta_{n-1}, \Delta_{n-2}, \dots, \Delta_0$ , 可以通过如下的表达式进行计算:

$$[0047] \quad L_{\text{output}}(i) = L_{\text{output}}(i-1) + \Delta_{(i-1)} \quad 1 \leq i \leq n \quad (11)$$

[0048] 图3(b)显示了夜间视频帧和增强视频帧的亮度映射关系。其中 $i$ 表示水平线亮度等级,  $L_{\text{output}}$ 表示垂直线的亮度等级。注意当亮度值 $i$ 是0时, 映射出的亮度 $L_{\text{output}}(i)$ 值也为0。

[0049] 根据以上分析, 本发明给出增强图像亮度 $O_L(i)$ 和输入图像亮度两者间的对应关系如下:

$$[0050] \quad O_L(i) = \frac{L_{\text{output}}(i - L_{\min})}{L_{\max} - L_{\min}} * \Delta(i - 1) * 255 \quad (12)$$

[0051] 因此公式(12)其关系是对应输入图像亮度*i*和输出亮度 $O_L(i)$ 。

[0052] 引入适应度函数:确定了亮度对应关系,需要引入图像质量评价标准函数作为适应度函数,并采用遗传算法进行对应关系优化。本发明基于遗传算法在亮度层的图像增强,提出图像质量评价标准,即适应度函数,然后利用遗传算法搜索效果最优的亮度对应关系。

[0053] 设 $L(x,y)$ 表示坐标为 $(x,y)$ 的原始图像的亮度, $L'(x,y)$ 表示坐标 $(x,y)$ 的图像增强后的亮度,先进行归一化处理。

$$[0054] \quad m(x,y) = [L(x,y) - L_{\min}] / [L_{\max} - L_{\min}] \quad (13)$$

[0055] 其中 $L_{\max}, L_{\min}$ 分别表示该亮度图像的最大值和最小值,显然有 $0 \leq m(x,y) \leq 1$ ,我们定义非线性变换函数为 $m'(x,y)$ , $0 \leq i \leq 1$ ,则可得

$$[0056] \quad m'(x,y) = O_L[m(x,y)] \quad (14)$$

[0057] 其中 $0 \leq m'(x,y) \leq 1$ ,则根据 $m'(x,y)$ 的值可得到输出图像亮度 $L'_{\text{output}}(x,y)$ 。

[0058] 此时利用遗传算法编码并产生初始群体,每条染色体包含1个基因段。图像质量评价标准,即适应度函数,本发明提出的评价图像质量的策略函数作为适应度函数,定义如式(15)所示:

$$[0059] \quad \text{Function}(i) = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N m(x,y) * L_{\text{output}}^2(i - L_{\min})}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N m'(x,y) * L_{\text{output}}^2(L_{\max} - L_{\min})} * 255 \quad (15)$$

[0060] 其中 $n = M \times N$ , $M, N$ 分别为增强图像的宽和高,染色体用*i*表示,如果适应度函数 $\text{Function}(i)$ 的值越大,那么表示图像的亮度分布越均匀,增强的图像效果越好。将增强后的亮度图像反归一化处理,就得到输出增强的图像 $L'(x,y)$ ,也就是:

$$[0061] \quad L'(x,y) = L_{\text{output}}^2(L_{\max} - L_{\min}) m'(x,y) * 255 \quad (16)$$

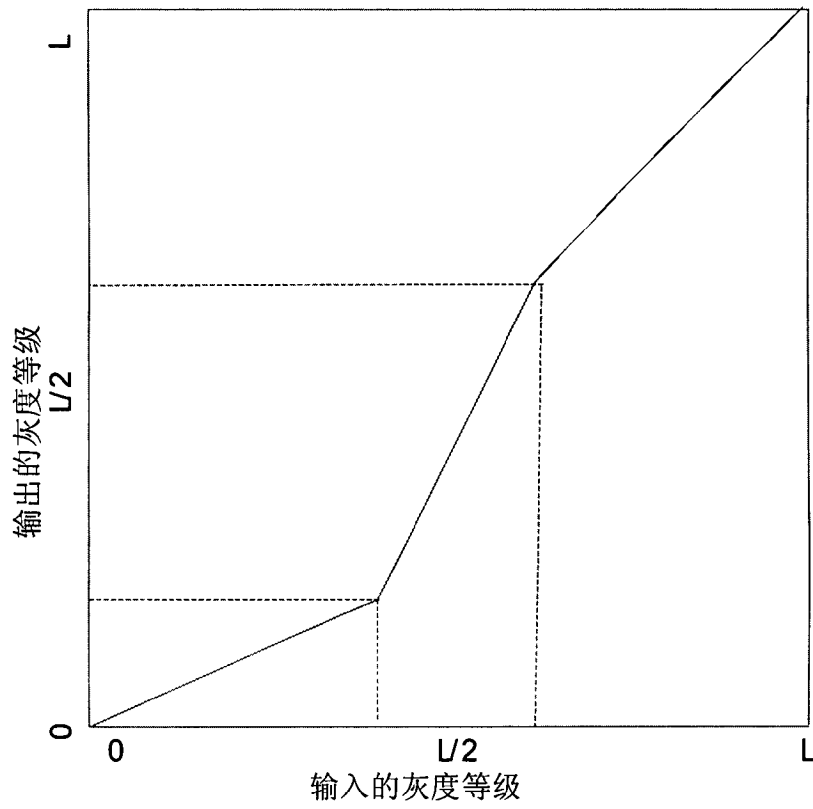
[0062] 遗传操作:遗传操作包括选择,交叉和变异3种基本算子。选择算子作用在于根据个体的优劣程度决定它在下一代是被淘汰还是被复制,用来确保收敛性,收敛开发可以更好的平衡变异操作。常用的选择方式包括:轮盘赌选择、竞争选择、稳态复制、排序与比例变换、联赛等。交叉算子是在选中用于繁殖下一代的个体中,对两个不同的个体的相同位置的基因进行交换,从而产生新的个体。通常包括单点交换、两点交换、多点交换、均匀交叉等。在本发明中使用轮盘赌模型的选择方式,其基本原理是根据每个染色体适应值的比例来确定该个体的选择概率或生存概率。因此可以建立一个轮盘赌模型来表示这些概率。选择的过程就是旋转轮盘若干次(次数等于种群规模),每次为新种群选出一个个体。轮盘这种选择方法的特点就是随机采样过程。选择一对父代有更大值的可能产生有效的交叉。

[0063] 变异操作是对种群中的个体串的某些基因位置上的基因值作变动,用来确保高亮度的不同个体。首先应用到新的结构个体,每个随机的元素表示整数个体。在遗传操作中,如果变异概率增强,搜索解表不会陷入局部最小,但是可能破坏好个体。

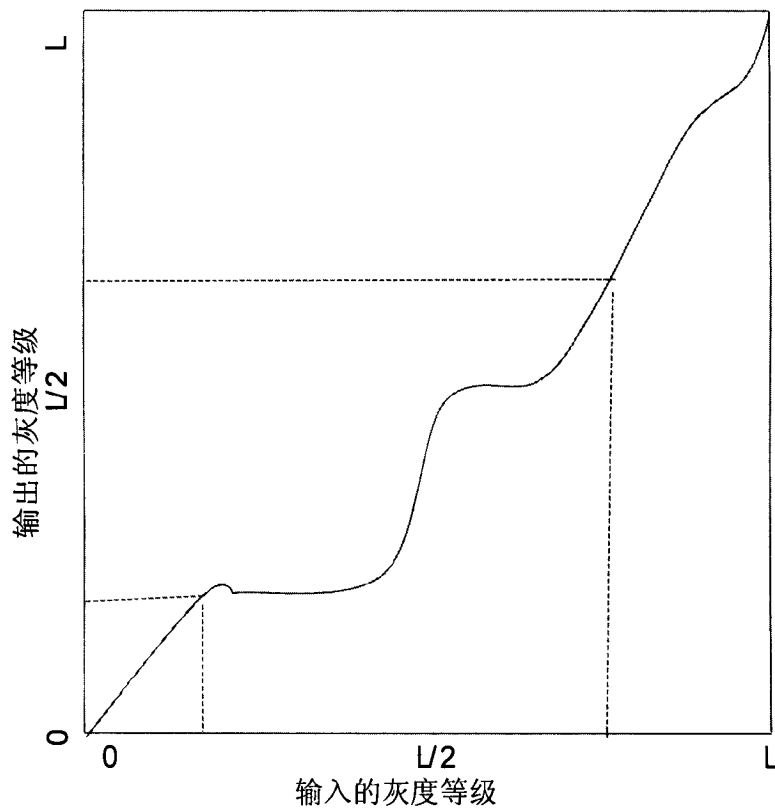
[0064] 停止规则:根据C4的步骤,我们提出遗传算法的自适应度函数,初始化以一个随机的基因信息在第一代给出。对于停止规则,停止的条件根据图像最终的亮度等级来确定,比如8比特的图像的亮度等级最多设置为256,也可以以一定的代数而停止。在本发明中我们结合亮度等级和常数12代内遗传算法停止为准,那个指标先达到,就先停止。设置初始的个

体数目为120(即图像亮度等级),下一代的个体存活率设为65%,变异率设为0.01%。

[0065] 实施步骤D:增强后彩色图像的重构问题是图像处理领域一个研究的热点。本发明在最后利用以上得到的增强后的图像亮度信息、夜间图像的颜色信息、灰度信息等进行重构,最终得到增强后的彩色图像。



(a)



(b)

图1

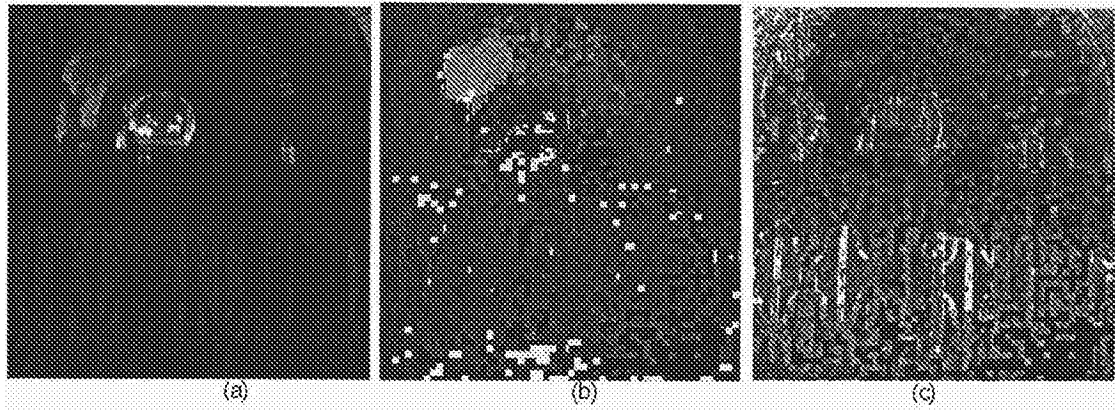
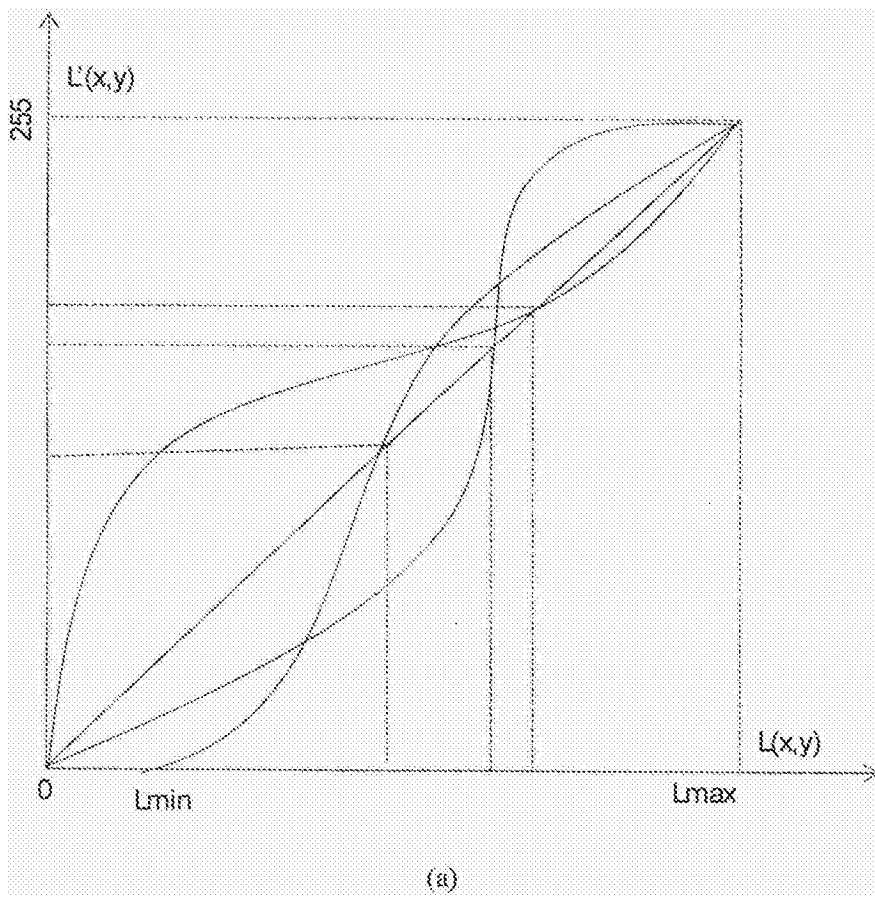
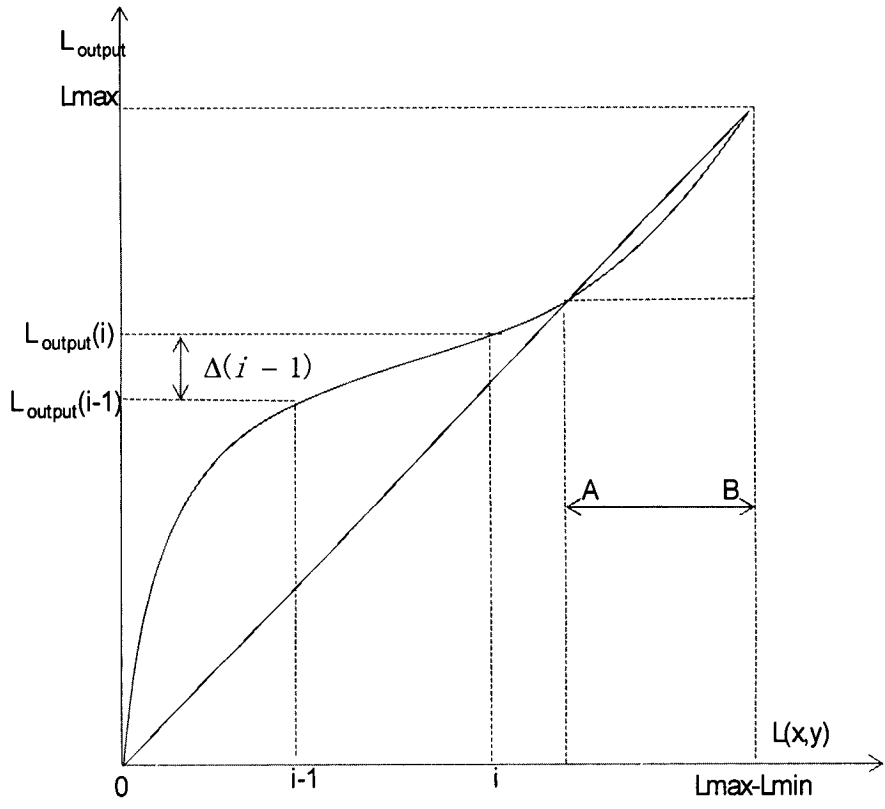


图2



(a)



(b)

图3

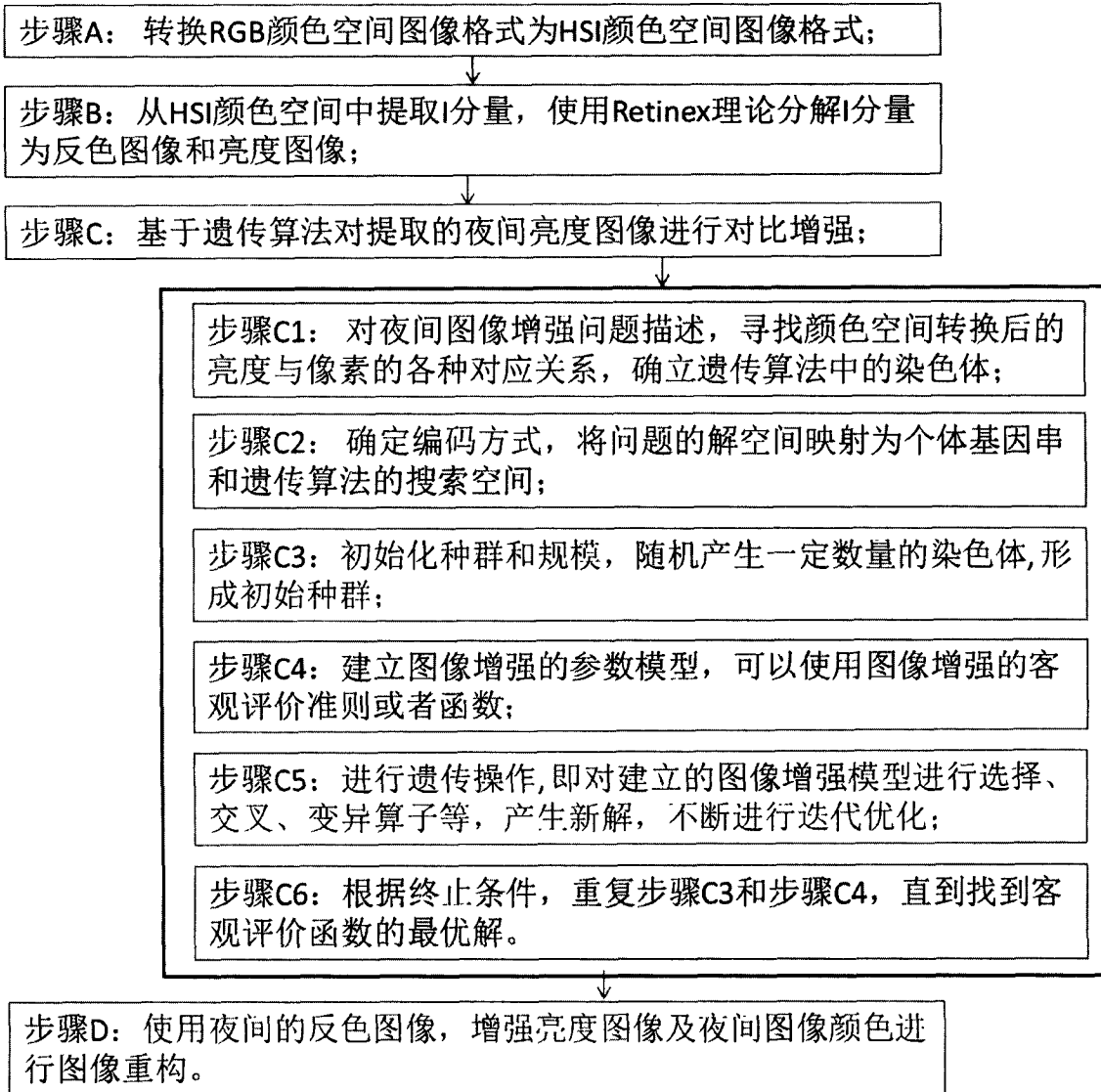


图4