



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105608685 B

(45)授权公告日 2018.09.28

(21)申请号 201510791626.3

(22)申请日 2015.11.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105608685 A

(43)申请公布日 2016.05.25

(73)专利权人 江苏理工学院
地址 213001 江苏省常州市钟楼区中吴大道1801号

(72)发明人 章怡 王海峰 彭建业 薛勇

(74)专利代理机构 常州兴瑞专利代理事务所
(普通合伙) 32308
代理人 肖兴坤

(51)Int.Cl.
G06T 5/40(2006.01)

(56)对比文件

EP 1857975 B1,2010.04.14,
CN 102930517 A,2013.02.13,
CN 102332155 A,2012.01.25,
邢永康等.保持B超图像灰度级的改进直方图均衡化算法.《重庆大学学报》.2011,第34卷(第6期),123-131.
乔闹生.一种改进的直方图均衡化.《光学技术》.2008,第34卷141-142页,第1-2节.

审查员 杨慧

权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

一种直方图修正的二次直方图均衡图像增强方法及系统

(57)摘要

本发明涉及一种直方图修正的二次直方图均衡图像增强方法及系统,本二次直方图均衡图像增强方法包括如下步骤:步骤S1,在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_i(k)$ 的基础上构建直方图数组 $H_j(k')$;步骤S2,将直方图数组 $H_j(k')$ 与直方图数组 $H_i(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,以构建新直方图数组 $H'_i(k)$;步骤S3,对新直方图数组 $H'_i(k)$ 进行累积求和,以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像W;本发明能在尽量保持图像熵值不变的条件下,防止图像灰度级吞噬现象,有效增强图像,即使图像中灰度级得以很好保留、细节信息得到很好的保护、亮度保持度好、图像视觉柔和。



1. 一种二次直方图均衡图像增强方法,其特征在於,包括如下步骤:

步骤S1,在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组 $H_J(k')$;

步骤S2,将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,以构建新直方图数组 $H'_I(k)$;

步骤S3,对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像W;

所述步骤S1中在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组 $H_J(k')$ 的方法包括如下步骤:

步骤S11,统计原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$,计算直方图数组 $H_I(k)$ 累积和

$$cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H_I(k) \quad \text{且} \quad 0 \leq k \leq 255;$$

步骤S12,设新灰度 k' 公式,即 $k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$,并将该新灰度 k' 取整以构建图像J,并统计

图像J的灰度级的直方图数组 $H_J(k')$;

所述步骤S2中将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换以构建新直方图数组 $H'_I(k)$ 的方法包括:

将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,即

$$H'_I(k) = \begin{cases} H_J(k') & 0 \leq k'_{\min} \leq k' \leq k'_{\max} \leq 255 \\ H_I(k) & 0 \leq k_{\min} \leq k \leq (k'_{\min} - 1) \end{cases}$$

上述公式中, k'_{\min} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最小值, k'_{\max} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最大值, k_{\min} 为直方图数组 $H_I(k)$ 中最小值,组成新直方图数组 $H'_I(k)$ 。

2. 根据权利要求1所述的二次直方图均衡图像增强方法,其特征在於,

所述步骤S3中对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像W的方法包括:

步骤S31,对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,即 $cdf'(k) = \sum_{i=0}^{255} H'_I(k)$;

步骤S32,通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像W,其中, $k'' = \frac{cdf'(k) \times 256}{cdf'(255)}$ 。

3. 一种二次直方图均衡图像增强系统,其特征在於,包括:

第一直方图数组构建单元、与该第一直方图数组构建单元相连的第二直方图数组构建单元;以及所述第二直方图数组构建单元与增强图像构建单元相连;其中

所述第一直方图数组构建单元适于在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组;

所述直方图数组构建单元适于将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,以构建新直方图数组 $H'_I(k)$;以及

所述增强图像构建单元适于对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像W;

所述第一直方图数组构建单元包括：

第一直方图累积求和模块，其适于统计原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ ，计算直方图数组 $H_I(k)$ 累积和 $cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H_I(k)$ ，且 $0 \leq k \leq 255$ ；

与该第一直方图累积求和模块相连的第一直方图数组计算模块，

所述第一直方图数组计算模块适于通过计算得出的新灰度 k' 取整以构建图像J，并统计图像J的灰度级的直方图数组 $H_J(k')$ ；其中

新灰度 k' 的计算公式，即 $k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ ；

所述第二直方图数组构建单元构建新直方图数组 $H'_I(k)$ ，即

$$H'_I(k) = \begin{cases} H_J(k') & 0 \leq k'_{\min} \leq k' \leq k'_{\max} \leq 255 \\ H_I(k) & 0 \leq k_{\min} \leq k \leq (k'_{\min} - 1) \end{cases}$$

上述公式中， k'_{\min} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最小值， k'_{\max} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最大值， k_{\min} 为直方图数组 $H_I(k)$ 中最小值，组成新直方图数组 $H'_I(k)$ 。

4. 根据权利要求3所述的二次直方图均衡图像增强系统，其特征在于，所述增强图像构建单元包括：与第二直方图数组构建模块相连的累积求和模块，以及与该累积求和模块相连的增强图像重构模块；其中

所述累积求和模块适于对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和，即 $cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H'_I(k)$ ；

所述增强图像重构模块适于计算新灰度 k'' 以构成新的增强图像W，其中 $k'' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ 。

一种直方图修正的二次直方图均衡图像增强方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像增强技术,属于图像处理领域,特别涉及一种直方图修正的二次直方图均衡图像增强方法及系统。

背景技术

[0002] 直方图均衡方法因其有效性和简单易用性已经成为图像增强的常用方法。其基本思想是根据输入图像的灰度概率分布来确定图像对应的灰度输出值,通过拓展图像灰度分布的动态范围以改善图像的视觉效果,从而达到提升图像对比度的目的。虽直方图均衡化算法具有运算速度快、增强效果明显的优点,但是也存在灰度级被合并,造成图像的灰度级别减小与损失,出现灰度断层现象,丢失了图像宝贵的细节部分,视觉效果生硬的缺点。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种算法简单、灰度级保持很好,增强效果明显且有效减小亮度过亮现象,便于硬件实现的二次直方图均衡图像增强方法及系统。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种二次直方图均衡图像增强方法,包括如下步骤:

[0005] 步骤S1,在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组 $H_J(k')$;

[0006] 步骤S2,将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,以构建新直方图数组 $H'_I(k)$;

[0007] 步骤S3,对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像W。

[0008] 进一步,所述步骤S1中在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组 $H_J(k')$ 的方法包括如下步骤:

[0009] 步骤S11,统计原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$,计算直方图数组 $H_I(k)$ 累积和

$$cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H_I(i) \quad \text{且} 0 \leq k \leq 255;$$

[0010] 步骤S12,设新灰度 k' 公式,即 $k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$,并将该新灰度 k' 取整以构建图像

J,并统计图像J的灰度级的直方图数组 $H_J(k')$ 。

[0011] 进一步,所述步骤S2中将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换以构建新直方图数组 $H'_I(k)$ 的方法包括:

[0012] 将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,即

$$[0013] \quad H'_I(k) = \begin{cases} H_J(k') & 0 \leq k'_{\min} \leq k' \leq k'_{\max} \leq 255 \\ H_I(k) & 0 \leq k_{\min} \leq k \leq (k'_{\min} - 1) \end{cases}$$

[0014] 上述公式中, k'_{\min} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最小值, k'_{\max} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最大值, k_{\min} 为直方图数组 $H_I(k)$ 中最小值, 组成新直方图数组 $H'_I(k)$ 。

[0015] 进一步, 所述步骤 S3 中对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和, 以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像 W 的方法包括:

[0016] 步骤 S31, 对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和, 即 $cdf'(k) = \sum_{i=0}^{255} H'_I(k)$;

[0017] 步骤 S32, 通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像 W , 其中, $k'' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ 。

[0018] 又一方面, 本发明还提供了一种二次直方图均衡图像增强系统, 包括:

[0019] 第一直方图数组构建单元、与该第一直方图数组构建单元相连的第二直方图数组构建单元; 以及所述第二直方图数组构建单元与增强图像构建单元相连; 其中

[0020] 所述第一直方图数组构建单元适于在原图像 I 的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组;

[0021] 所述直方图数组构建单元适于将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换, 以构建新直方图数组 $H'_I(k)$; 以及

[0022] 所述增强图像构建单元适于对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和, 以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像 W 。

[0023] 进一步, 所述第一直方图数组构建单元包括:

[0024] 第一直方图累积求和模块, 其适于统计原图像 I 的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$, 计算直方图数组 $H_I(k)$ 累积和 $cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H_I(k)$, 且 $0 \leq k \leq 255$;

[0025] 与该第一直方图累积求和模块相连的第一直方图数组计算模块,

[0026] 所述第一直方图数组计算模块适于通过计算得出的新灰度 k' 取整以构建图像 J , 并统计图像 J 的灰度级的直方图数组 $H_J(k')$; 其中

[0027] 新灰度 k' 的计算公式, 即 $k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ 。

[0028] 进一步, 所述第二直方图数组构建单元构建新直方图数组 $H'_I(k)$, 即

[0029]
$$H'_I(k) = \begin{cases} H_J(k') & 0 \leq k'_{\min} \leq k' \leq k'_{\max} \leq 255 \\ H_I(k) & 0 \leq k_{\min} \leq k \leq (k'_{\min} - 1) \end{cases}$$

[0030] 上述公式中, k'_{\min} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最小值, k'_{\max} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最大值, k_{\min} 为直方图数组 $H_I(k)$ 中最小值, 组成新直方图数组 $H'_I(k)$ 。

[0031] 进一步, 所述增强图像构建单元包括: 与第二直方图数组构建模块相连的累积求和模块, 以及与该累积求和模块相连的增强图像重构模块; 其中

[0032] 所述累积求和模块适于对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和, 即 $cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H'_I(k)$;

[0033] 所述增强图像重构模块适于计算新灰度 k'' 以构成新的增强图像 W , 其中

$$k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$$

[0034] 本发明的有益效果是,本发明能在尽量保持图像熵值不变的条件下,防止图像灰度级吞噬现象,有效增强图像,即使图像中灰度级得以很好保留、细节信息得到很好的保护、亮度保持度好、图像视觉柔和。

附图说明

[0035] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0036] 图1是原图像I;

[0037] 图2是增强图像J;

[0038] 图3是通过本发明图像增强后的图像W;

[0039] 图4是本发明的二次直方图均衡图像增强系统的原理框图。

具体实施方式

[0040] 现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。这些附图均为简化的示意图,仅以示意方式说明本发明的基本结构,因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0041] 本发明采用的图像增强对象为标准的lena图像,如图1,本发明实现所采用的软件为matlab。(注:Lena图像是图像处理领域广泛使用的标准测试图像)

[0042] 实施例1

[0043] 如图1所示,本发明的一种二次直方图均衡图像增强方法,包括如下步骤:

[0044] 步骤S1,在原图像I(即为lena图像)的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组 $H_J(k')$ ($k=I(i,j)$, i,j 分别为原图像I的行数、列数, $0 \leq k \leq 255$);

[0045] 步骤S2,将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,以构建新直方图数组 $H'_I(k)$;

[0046] 步骤S3,对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,以通过新灰度级 k' 构成新的增强图像W。

[0047] 具体的,所述步骤S1中在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组 $H_J(k')$ 的方法包括如下步骤:

[0048] 步骤S11,统计原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$,计算直方图数组 $H_I(k)$ 累积和

$$cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H_I(k) \quad \text{且} \quad 0 \leq k \leq 255; \quad (\text{由于matlab数组标识是从1开始,故实施例中} k \text{的取值范围为} 1 \leq k \leq 255, \text{并设} H_I(256) \text{用于放置} 0 \text{灰度级,以满足} 256 \text{个灰度级要求})$$

[0049] 步骤S12,设新灰度 k' 公式,即 $k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$, 并将该新灰度 k' 取整以构建图像

J,并统计图像J的灰度级的直方图数组 $H_J(k')$ 。

[0050] 在matlab中,关于步骤S12的具体实施步骤为:

[0051]) 由于matlab数组标识是从1开始,故实施例中公式 $k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ 变为

$$k' = \begin{cases} \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)} & k > 0 \\ \frac{H_I(256) \times 256}{cdf(255)} & k = 0 \end{cases}$$

其中 $k = I(i, j)$, 新灰度 k' 取整后图像为 J , 并统计其各灰度级

直方图为 $H_J(k')$, 该步骤主要代码为:

```
[0052] for i=1:m
        for j=1:n

            k=lena(i, j);

            if k>0

                lenaequ(i, j)=cdf(k)*256/cdf(255);

            else

[0053]         lenaequ(i, j)=histgram(256)*256/ cdf(255);

            end

        end

    end

    lenaequ=round(lenaequ);
```

[0054] (注:lena为原图像I, lenaequ为增强取整后图像J, histogram为原图像I各灰度级直方图)

[0055] 具体的, 所述步骤S2中将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换以构建新直方图数组 $H'_I(k)$ 的方法包括:

[0056] 因灰度级被吞噬, 直方图数组 $H_J(k')$ 中有效灰度级比原图像(标准lena)中的有效灰度级的数量要小, 故将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换, 即

$$[0057] \quad H'_I(k) = \begin{cases} H_J(k') & 0 \leq k'_{\min} \leq k' \leq k'_{\max} \leq 255 \\ H_I(k) & 0 \leq k_{\min} \leq k \leq (k'_{\min} - 1) \end{cases}$$

[0058] 上述公式中, k'_{\min} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最小值, k'_{\max} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最大值, k_{\min} 为直方图数组 $H_I(k)$ 中最小值, 组成新直方图数组 $H'_I(k)$ 。

[0059] 本步骤S2在matlab中的具体实现代码为:

```
[0060] k1=1;
```

```
for i=1:255
    if histgramequ(i)~=0
        equh(k1)=histgramequ(i);
        k1=k1+1;
    end
end
hxm=histgram;
k=t-1;
h=0;
for i=255:-1:1
    if histgram(i)~=0 & k~=0
[0061]    hxm(i)=equh(k);
        k=k-1;
        h=i-1;
    end
end
h3=0;
for i=h:-1:1
    if histgramequ(i)~=0
        h3=h3+1;
        if h3==1
            hxm(i)=histgramequ(256);
        end
    end
end
```


end

[0062]

end;

[0063] (注:histgramequ为图像J各灰度级直方图数组,hxm为映射新直方图数组H'1(k))

[0064] 具体的,所述步骤S3中对新直方图数组H'1(k)进行累积求和,以通过新灰度级k"构成新的增强图像W的方法包括:

[0065] 步骤S31,对新直方图数组H'1(k)进行累积求和,即 $cdf'(k) = \sum_{i=0}^{255} H'_1(k)$;

[0066] 步骤S32,通过新灰度级k"构成新的增强图像w,其中, $k'' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ 。

[0067] 即,新灰度级k"取整(四舍五入后)构成新的增强图像w。

[0068] 本实施例实验数据分析:

[0069] 主观上看,图2传统直方图均衡化后的增强图像局部亮度过亮,造成图像细节看不清,层次不清晰。而本发明增强的图像如图3,未出现局部过亮现象,图像细节比图2局部过亮部分保持要好,增强效果适度。

[0070] 引用平均亮度差、有效灰度级、图像信息熵等技术指标对本发明进行客观评价。

[0071] (1) 平均亮度差: $\Delta Y = Y_f - Y_f = \sum_{k_f=0}^{k_f=255} k_f p(k_f) - \sum_{k_f=0}^{k_f=255} k_f p(k_f)$;

[0072] (2) 有效灰度级: $S(\text{if } h(k) \neq 0 \text{ then } S=S+1 \ 0 \leq k \leq 255)$

[0073] (3) 信息熵: $E = -\sum_{i=0}^{255} p_i \log p_i$

[0074] 式1中Yf是原始图像平均亮度,Yf是增强后图像,ΔY为两者差值,若差值越小则增强的图像亮度越接近原始图像,表明算法增强的图像亮度保持越好,反之则差。

[0075] 式2中有效灰度级S越大表明增强后图像灰度级保持越好,即细节保持越好;有效灰度级S越小表明增强后图像灰度级被吞噬越多,即细节被丢失。

[0076] 式3中信息熵数值越大表明图像细节保留越好,越小则细节丢失越多。

[0077] 以下为实验数据,如表1所示。

指标	有效灰度级(S)	平均亮度差(ΔY)	信息熵(E)
原图像	216	0	5.16
直方图均衡	173	4.59	5.09
本发明方法	189	-14.75	5.10

[0079] 从表1有效灰度级看,本发明方法增强后图像的有效灰度级明显高于传统直方图均衡化增强的图像,说明细节得到有效保留;本发明处理图像的信息熵值也高于直方图均衡化图像的信息熵,表明本发明方法处理的图像细节优于直方图均衡化算法。

[0080] 从平均亮度差来看,本发明方法处理的图像平均亮度差为负数,远远低于直方图均衡算法,表示本发明处理的图像比原图像平均亮度低,未出现增强后图像局部亮度过亮

现象。

[0081] 综合上述观点,本发明方法增强的图像在有效灰度级、平均亮度、细节保留等方面明显优于传统直方图均衡算法,计算方法简单有效,便于硬件实现。

[0082] 实施例2

[0083] 如图4所示,在实施例1基础上,本实施例2提供了一种二次直方图均衡图像增强系统,包括:

[0084] 第一直方图数组构建单元、与该第一直方图数组构建单元相连的第二直方图数组构建单元;以及所述第二直方图数组构建单元与增强图像构建单元相连。所述第一直方图数组构建单元适于在原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$ 的基础上构建直方图数组。

[0085] 所述直方图数组构建单元适于将直方图数组 $H_J(k')$ 与直方图数组 $H_I(k)$ 中各灰度级按照灰度级从大到小顺序一一对应替换,以构建新直方图数组 $H'_I(k)$ 。

[0086] 所述增强图像构建单元适于对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,以通过新灰度级 k'' 构成新的增强图像W。

[0087] 具体的,所述第一直方图数组构建单元包括:

[0088] 第一直方图累积求和模块,其适于统计原图像I的灰度级的直方图数组 $H_I(k)$,计算直方图数组 $H_I(k)$ 累积和 $cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H_I(k)$ 且 $0 \leq k \leq 255$;

[0089] 与该第一直方图累积求和模块相连的第一直方图数组计算模块,

[0090] 所述第一直方图数组计算模块适于通过计算得出的新灰度 k' 取整以构建图像J,并统计图像J的灰度级的直方图数组 $H_J(k')$;其中

[0091] 新灰度 k' 的计算公式,即 $k' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ 。

[0092] 具体的,所述第二直方图数组构建单元构建新直方图数组 $H'_I(k)$,即

[0093]
$$H'_I(k) = \begin{cases} H_J(k') & 0 \leq k'_{\min} \leq k' \leq k'_{\max} \leq 255 \\ H_I(k) & 0 \leq k_{\min} \leq k \leq (k'_{\min} - 1) \end{cases}$$

[0094] 上述公式中, k'_{\min} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最小值, k'_{\max} 为直方图数组 $H_J(k')$ 中最大值, k_{\min} 为直方图数组 $H_I(k)$ 中最小值,组成新直方图数组 $H'_I(k)$ 。

[0095] 具体的,所述增强图像构建单元包括:与第二直方图数组构建模块相连的累积求和模块,以及与该累积求和模块相连的增强图像重构模块;其中

[0096] 所述累积求和模块适于对新直方图数组 $H'_I(k)$ 进行累积求和,即 $cdf(k) = \sum_{i=0}^{255} H'_I(k)$;

[0097] 所述增强图像重构模块适于计算新灰度 k'' 以构成新的增强图像W,其中

$k'' = \frac{cdf(k) \times 256}{cdf(255)}$ 。

[0098] 本实施例2中,第一直方图数组构建单元、第二直方图数组构建单元和新增强图像构成单元的具体工作方式可以参考实施例1中的相应描述。

[0099] 以及本实施例2的对图像增强效果也可以参见实施例1的增强效果。

[0100] 以上述依据本发明的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关工作人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。



图1



图2



图3

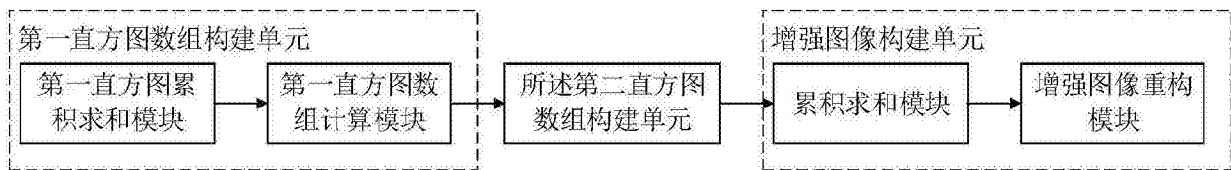


图4