

一种新的非线性变换法实现图像增强的方法*

雷小丽¹, 党群²

(1 西安邮电学院 数理系, 西安 710061)

(2 西北工业大学 第 365 研究所, 西安 710072)

摘 要:本文提出了一种新的非线性变换法进行图像增强处理的方法. 将整个灰度范围划分为几个子区间, 在这些子区间内红, 绿, 蓝三色交替由最小值线性变换为最大值, 但在整个灰度范围内灰度映射是非线性的. 采用该方法处理后的数字图像人眼分辨率明显优于原始数字图像, 可获得更多的视觉细节信息.

关键词:图像增强; 非线性变换; 图像灰度

中图分类号: TN391

文献标识码: A

0 引言

在数字图像的获取过程中, 经常出现像素灰度动态范围过大的情况. 因此在观察或显示时, 亮区较高的灰度像素就会将暗区较低的灰度像素掩盖, 只能观察到少量的图像信息, 大量的图像细节信息模糊不清, 导致图像质量很差. 因此常常需要对获得的数字图像进行必要的后期处理, 提高人眼对图像的分辨能力, 从而达到图像增强的效果.

实现图像增强的方法有多种^[1-5], 其中对比度展宽采用逐点变换的方法, 将原图像的灰度经过一定的映射关系转变为新的图像灰度, 可以实现暗区变暗, 亮区变暗等操作. 从而按照一定的需求增强感兴趣的图像信息, 同时削弱或者滤除某些不需要的图像信息. 直方图反映了一幅图像中不同灰度像素的分布情况, 通过直方图均衡^[6-7], 可使原图像转变为一幅具有均匀灰度像素分布概率的新图像, 从而改善图像的清晰度. 伪彩色增强法利用人眼对不同彩色分辨能力强的特点, 将黑白图像的不同灰度转变为彩色, 达到图像增强的效果.

在某些情况下, 图像的动态范围过大, 采用上述图像处理方法虽然也可以改善图像的分辨能力, 但是某些图像的细节信息依然被强的背景所掩盖. 为了进一步提高图像的细节观察效果, 本文提出了一种新的基于非线性变换的图像增强处理方法, 其原理是基于观察对象的色调和相对对比度对于人眼视觉特性的影响, 该方法可对传统的伪彩色增强方法进行改进, 将图像的细节信息用与周围背景信息更多不同的彩色信息表示出来. 采用这种非线性变换后, 也可使得灰度图像更多的反映图像内部灰度的

细微变化.

1 人眼视觉对比特性

评价图像质量的指标之一是人眼对图像的视觉分辨率, 即人眼在一定距离上能够区分相近两点的的能力. 影响视觉分辨率的因素包括环境照度, 物体的运动速度, 观察对象的相对对比度和色调等. 对于静止图像而言, 色调和相对对比度是影响图像视觉分辨率的主要因素.

在同一幅图像中, 灰度级别不同的不同像素引起人眼的主观感觉可能是不相同的. 例如, 同一幅图像中不同亮度背景下的两个目标 A 和 B, 如果 A 目标和它周围的背景亮度相差不大, 而 B 目标和它周围的亮度背景相差较大, 则在同时观察这两个目标和背景时, B 目标给人的主观感觉更亮一些. 之所以产生这样的差异, 是因为人眼的视觉对比特性引起的. 对于所观察的对象, 其相对对比度越大, 人眼的分辨力就越高, 这就是人眼的视觉对比特性.

令 B 和 B_0 分别表示所观察对象和周围背景的像素灰度值, 则相对对比度可表示为

$$C_r = (B - B_0) / B_0$$

因此, 无论是灰度图像是彩色图像中, 要改善图像的观察质量, 图像增强处理的任务之一就是尽量提高图像的相对对比度.

2 图像增强的伪彩色及灰度非线性变换方法

由于色调和相对对比度是影响视觉分辨率的两个主要因素, 因此可通过图像彩色增强和加大相对对比度来改善图像的视觉效果. 其中彩色增强分为假彩色增强和伪彩色增强两种: 假彩色增强是将一幅彩色图像映射为一幅新的彩色图像, 伪彩色增强是将一幅图像的每个灰度匹配到彩色空间中的一

* 西安邮电学院青年基金(105-0411)资助

Tel: 13991234759 Email: lxl-4148@163.com

收稿日期: 2007-01-23

点,从而使得单色图像映射为一幅彩色图像.一般来说,人眼只能分辨 40 个左右的灰度影调,但却能够分辨出数千种不同的彩色影调,因此通过伪彩色增强可以提高灰度图像的视觉分辨率.

通常实现伪彩色增强的方法有灰度分割法,灰度级-彩色变换法,滤波法等.最常用的是灰度级-彩色变换法,该方法是将数字灰度图像送入 R,G,B 三个变换器合成为彩色图像,这一过程可以理解为 RGB 三基色传递函数 $H_R(x,y)$, $H_G(x,y)$, $H_B(x,y)$ 与灰度值 $g(x,y)$ 之间的映射变换^[8],该过程如图 1.

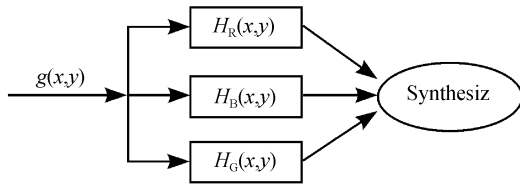
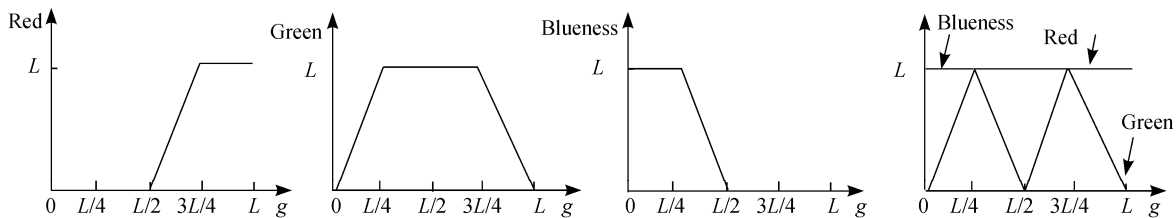


图 1 灰度-彩色变换过程
Fig.1 The transform for gray to color

利用某种变换函数对黑白图像进行伪色彩处理可表示为

$$RGB = \begin{bmatrix} I_R \\ I_G \\ I_B \end{bmatrix} \cdot [1,1,1] = \begin{bmatrix} T_R \\ T_G \\ T_B \end{bmatrix} \cdot f(x,y) \cdot [1,1,1]$$

式中 $\begin{bmatrix} I_R \\ I_G \\ I_B \end{bmatrix}$ 是变换后的色彩值; $\begin{bmatrix} T_R \\ T_G \\ T_B \end{bmatrix}$ 为 RGB 各分量



(a)Transform for gray to red (b)Transform for gray to green (c)Transform for gray to blueness (d)Transform for gray to three color

图 2 图像灰度到红,绿,蓝三色空间的典型变换
Fig.2 The typical transform for image gray to red,green and blueness color

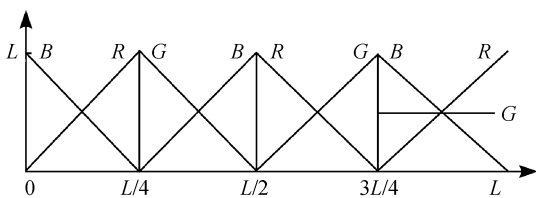


图 3 图像灰度到彩色的非线性函数变换过程
Fig.3 Non-linearity transform for image gray to color

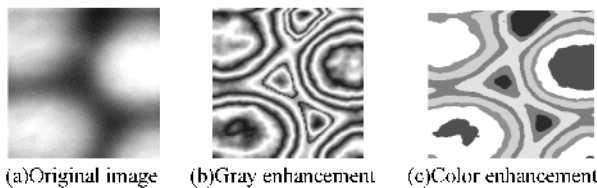


图 4 图像处理结果
Fig.4 Image processing result

的变换函数; $f(x,y)$ 为原灰度图像中 (x,y) 坐标的灰度值.

在实现灰度级-彩色变换的传统过程中,不同的灰度值映射到 RGB 彩色空间时采用的是一一对应的映射关系.也就是说,两个不同灰度值的像素对应的彩色是不同的.文献[2]叙述了一组典型的灰度级-彩色变换传递函数,如图 2.其中图 2(a),图 2(b),图 2(c)分别表示灰度到红,绿,蓝三色空间的函数映射关系,图 2(d)表示三种函数的合成映射关系.可以看出,这种映射关系使得任何两种灰度都不具有同一色彩,保证了灰度级-彩色空间变换过程中的一一映射关系.然而任何事物都具有两面性,这种变换的缺点是在图像动态范围较大时,灰度值较小的像素被灰度值较大的像素所掩盖,导致某些图像的细节信息依然模糊不清.因此本文采用了一种非一一映射的,方法是把整个灰度范围划分为几个子区间,在这些子区间内红,绿,蓝三色交替由最小值线性变换为最大值,此过程如图 3.显然在此变换过程中不同的灰度值可能会映射为同一个彩色,但它使得图像的对比度大大增强,从而使得原灰度图像内部被掩盖的细节信息变得清晰可见.上述方法同样适用于数字图像的灰度变换.图 4 为采用此方法对图像进行增强处理后的结果.其中图 4(a)为原始的扫描图像,图 4(b)为灰度变换后的结果,图 4(c)为伪彩色增强后的结果.

3 结论

为了获得数字图像中的细节信息,提高人眼对数字图像的分辨率,本文提出了一种图像灰度到图像彩色空间的非线性变换方法,其原理是基于人眼对于微小的灰度变化不敏感,但对于色彩的细小变化却极为敏感的生理特性.该方法将图像中灰度值差别较小的不同像素转化为不同的彩色像素,大大提高了人眼对图像中细微变化的分辨力,使得图像中的细节信息更加清晰可见.

参考文献

[1] ZHAO Rong-chun. Introduction of digital image[M]. Xi'an: NWPU Press, 1995: 74-103.

- 赵荣椿. 数字图像处理导论[M]. 西安:西北工业大学出版, 1995: 74-103.
- [2] SILVERMAN J. Signal processing algorithms for display and enhancement of IR images[C]. *SPIE*, 1993, **2020**: 440-450.
- [3] ROGOWSKA J, PRESTON K, SASHIN D. Evaluation of digital unsharp masking and local contrast stretching as applied to chest radio graphs[J]. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 1988, **35**(10):817-827.
- [4] ZHENG Gang, JIA Zhen-hong. Application of homomorphism technology in infrared images processing [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2005, **34**(9):1401-1403.
郑刚, 贾振红. 同态技术在红外图像处理中的应用[J]. 光子学报, 2005, **34**(9):1401-1403.
- [5] ZHANG Dao-bing, ZHANG Ji-wu, XU Chao-hui, et al. Digital radiography image adaptive enhancement based on wavelet transform[J]. *Acta Photonica Sinica*, 2005, **34**(2):302-304.
张道兵, 张继武, 许朝辉, 等. 基于小波变换的数字胸片自适应增强[J]. 光子学报, 2005, **34**(2):302-304.
- [6] VICKERS V E. Plateau equalization algorithm for real-time display of high-quality infrared imagery[J]. *Opt Eng*, 1996, **35**(7):1921-1926.
- [7] WANG Bing-jian, LIU Shang-qian, ZHOU Hui-xin, et al. Self-adaptive contrast enhancement algorithm for infrared images based on plateau histogram [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2005, **34**(2):299-301.
王炳健, 刘上乾, 周惠鑫, 等. 基于平方直方图的红外图像自适应增强算法[J]. 光子学报, 2005, **34**(2):299-301.
- [8] FAN Liu-ming, LI Ning, DING Wei-hua. Application of pseudo color enhancement method to geotechnical CT image analysis [J]. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2004, **23**(13): 2257-2261.
范留明, 李宁, 丁卫华. 数字图像伪彩色增强方法在岩石CT图像分析中的应用[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, **23**(13): 2257-2261.

A New Image Enhancement by Non-linearity Transform Method

LEI Xiao-li¹, DANG Qun²

(1 Department of Applied Mathematics and Applied Physics, Xi'an University of Post and Telecommunications, Xi'an 710121, China)

(2 No. 365 Institute, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Received date: 2007-01-23

Abstract: A new non-linearity transform method is proposed for image enhancement. The whole tonal range is divided into several subintervals, but the map of shade of gray is nonlinear in the whole tonal range. In the sub-zones, red, green and blue, three colors linear are transformed alternately from the minimum to the maximum. The eye resolution of new digital image is clearly enhanced and much visible detail information is obtained in the new digital image.

Key words: Image enhancement; Non-linearity transform; Image gray



LEI Xiao-li was born in 1975. She graduated from Northwest University with master's degree in 2004 and now is an instructor in Xi'an University of Post and Telecommunications. Her major research fields include quantum optics, quantum information science, and nonlinear optics.