

文章编号: 1007-2780(2013)03-0446-04

适于 LCM 应用的彩色图像全局不失真增强算法

陈洪财

(韩山师范学院 物理与电子工程系, 广东 潮州 521041, E-mail: czhschc@126.com)

摘 要: LCM 的驱动控制模块性能往往较低, 为了使彩色液晶显示模组的图像彩色得到增强, 并保持原来的色调不变, 提出了一种适于性能较低的控制模块的图像增强算法; 算法采用彩色空间灰度值缩放相同的比例因子, 且灰度值不溢出, 像素 RGB 分量得到相同增强。实验结果表明, 该算法运算复杂度小、增强后图像彩色丰富, 综合性能优良。

关 键 词: 图像增强; 色彩空间; 二次曲线; 评价指标

中图分类号: O753⁺.2 文献标识码: A DOI: 10.3788/YJYXS20132803.0446

Color Image Globally without Distortion Enhancement Algorithms Suitable for LCM Application

CHEN Hong-cai

(Department of Physics and Electrical Engineering, Hanshan Normal University,
Chaozhou 521041, China, E-mail: czhschc@126.com)

Abstract: Because LCM's drive control module performance is low, in order to make the color LCD module's image color enhanced and keep the original color unchanged, an image enhancement algorithm suitable for low performance control module was proposed. The algorithm uses color space grayscale value with the same scaling of scale factor and the gray value does not overflow. The pixel RGB components will obtain the same enhancement. The experimental results show that the computational complexity of the algorithm is small, the color of the enhanced image is richer, and the overall performance is excellent.

Key words: Image enhancement; color space; the second curve; evaluation index

1 引 言

彩色液晶显示模组 (LCM) 常常作为手持显示终端, 其显示具有信息量丰富、色彩艳丽的特点, 且体积小、功耗低。目前常用的有 TFT、AV 等型号的液晶显示屏, 模组的一部分 (驱动控制模块) 需要对显示屏提供显示数据和时序信号, 由于体积和成本的要求, 驱动控制模块的运算能力、存储能力较低, 不适合进行复杂运算和较大规模的

数据存储, 不能提供画面高性能优化 (如彩色增强等), 因此, 需要找到一种简单的算法来优化画面, 同时, 不消耗过多的驱动模块资源。

为 LCM 提供彩色图像的数据由 R、G、B 三分量组成, 但彩色图像的优化不能简单的分解为 3 个分量处理^[1]。

算法应满足处理过程中 R、G、B 三个分量不产生溢出, 此外 3 个分量的缩放比例应保持不变, 这样才能保持色调不变。基于以上条件要求, 提

收稿日期: 2013-01-30; 修订日期: 2013-03-18

基金项目: 国际科技合作项目 (中华人民共和国科学技术部) (No. 2011DFR90720)

作者简介: 陈洪财 (1967-), 男, 山东菏泽人, 副教授, 主要从事电子技术及机电一体化、嵌入式应用研究。

出一种适于 LCM 应用的彩色图像不失真增强算法,即基于二次曲线的彩色图像增强算法。

2 图像色调不变的条件

HIS 色彩空间^[2]是由 RGB 彩色空间转化而来的,它由色调 H 、饱和度 S 、亮度 I 组成,HIS 更

符合视觉感受的颜色描述和解释^[3]。HIS 分量定义如下^[4]: H 表示色调, H 值不变,图像的彩色就保持不变,其中,0、360 为红色,120 为绿色,240 为蓝色。 S :0~1,代表色彩的饱和度; I :代表不同程度的灰色,即亮度。由 RGB 彩色空间转化后的 H 公式为^[5]:

$$H = \frac{1}{360} \left[90 - \arctan \left(\frac{2R - G - B}{\sqrt{3}(G - R)} \right) + \{0, G > B; 180, G < B\} \right] \quad (1)$$

当图像的彩色分量 $T(R, G, B)$ 按照同一比例因子 α 缩放后,得到 $T' = (\alpha R, \alpha G, \alpha B) = \alpha T$, T' 和 T 在彩色空间的色调不变,即 H 值不变^[5]。

3 彩色图像增强函数的应用

Mukherjee J, 提出了多种彩色图像增强函数^[1],例如抛物线函数 $f(x) = \sqrt{256x}$,对图像的处理会使图像的对比度过度减小而变得模糊。因此,郑江云等^[3]提出了二次函数 $f(x) = 2x - x^2$,是一种简单、高效的彩色图像增强算法,增强效果得到了提升,但在图像处理过程中用到了复杂的小数相乘和开方等运算,这使得驱动控制模块难以承受。适于 LCM 应用的彩色图像不失真增强函数,仍然是二次曲线函数,但它在图像处理过程中避免了复杂的小数相乘和开方等,可以直接对彩色分量处理,减少了硬件资源的利用,不会对硬件的运行速度产生影响。图像增强函数是:

$$f(x) = -x^2/p_{\max} + 2x \quad (2)$$

如果彩色图像的 RGB 分量为 8 bit, $x \in [0, 255]$, $p_{\max} = 255$, p_{\max} 是像素分量的最大值。

步骤 1:求图像色彩空间最大值矩阵 A 。如果彩色图像的 RGB 分量为 8 bit,像素最大值为 255,变换后的分量值不能大于 255,否则会使图像的彩色失真。首先求像素三基色的最大值构成的矩阵:

$$A(i, j) = \max(R(i, j), G(i, j), B(i, j))$$

步骤 2:求图像增强分量 $A'(i, j)$ 。

$$A' = f(A(i, j)) \quad (3)$$

其中, $f(x) = -x^2/p_{\max} + 2x$, f 为第一象限的曲线。 f 的最大值不可能大于 P_{\max} ,即不会溢出。

步骤 3:缩放因子矩阵 K :

$$K_{(i, j)} = A'_{(i, j)} / A_{(i, j)} \quad (4)$$

步骤 4:求增强彩色图像 RGB 分量矩阵。

$R' = R_{(i, j)} K, G' = G_{(i, j)} K, B' = B_{(i, j)} K$ 可以得到增强后的彩色分量值矩阵 $R'(i, j), G'(i, j), B'(i, j)$ 。

增强后的像素分量也可以简单地表示为:

$$\begin{cases} R'_{(i, j)} = R_{(i, j)} \frac{f(\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j)))}{\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j))} \\ G'_{(i, j)} = G_{(i, j)} \frac{f(\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j)))}{\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j))} \\ B'_{(i, j)} = B_{(i, j)} \frac{f(\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j)))}{\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j))} \end{cases} \quad (5)$$

其中, $\frac{f(\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j)))}{\max(R(i, j), G(i, j), B(i, j))}$ 为单一像素的缩放比例因子。

4 实验结果

实验采用山茶花的摄影图作为原始图片,如图 1(a),首先进行 24 位真彩色取模,图像像素为

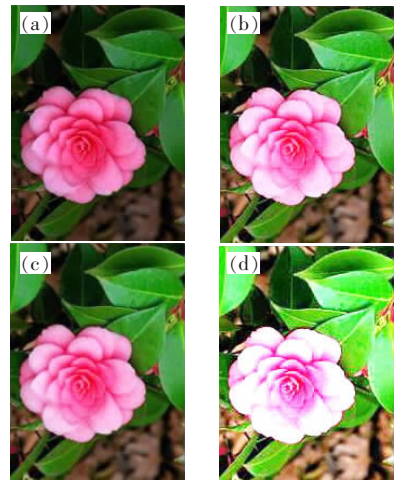


图 1 彩色图像的增强处理。(a)原始图像;(b)一次增强;(c)抛物线增强;(d)二次增强。

Fig. 1 Color image enhancement. (a) original; (b) An enhanced; (c) Parabola enhanced; (d) Second enhanced.

160×128,其中,RGB 分量值为 3 组 20 480 个 8 位二进制值,用 ep1c6q240 芯片驱动,用香港通宝光电股份有限公司的 C1L1-05 显示屏显示。用本文函数进行一次增强处理,效果如图 1(b)。处理后图像的增强效果较好,没有颜色失真和块效应。作为对比,同时进行了抛物线函数处理,效果如图 1(c),图像没有彩色失真,但有一种灰蒙蒙的感觉。图 1(d)是用本文函数进行了两次增强处理,图像中花朵下面的较暗绿叶部分清晰可见,但使得图像中较暗部分的花心部分提高了亮度,对比度提高,要根据情况选择增强的次数。一般情况下使用一次,效果令人满意。

5 算法比较

本文的增强思路与文献[4]相似,但采用的不同的增强函数,文献[1]增强抛物线函数简单,但

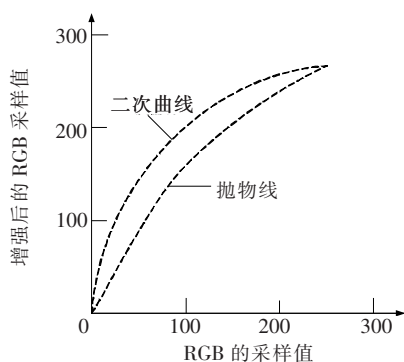


图 2 图像增强函数曲线

Fig. 2 Image enhancement function curve

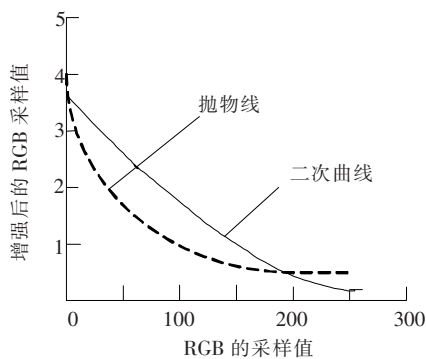


图 3 增强函数一阶导数曲线

Fig. 3 Enhanced first-order derivative function curve

图像的彩色增强不够,图 2 抛物线曲线也可以得出相同的结论。而采用式(2)算法,图像彩色在不同的区间增强不同,尤其在区间[30,150]增强较大,符合人类的视觉要求,图像非常清晰,如图 1 (b) (d)所示。式(2)曲线函数与抛物线函数的一阶导数如图 3,可以看出,抛物线函数对低亮度提升过快,而对高亮度增强较小,这种变换会使图像的对比度过度减小而变得模糊。

6 色彩丰富性评价

色彩丰富性客观指标可以采用 CEF 评价方法,CEF 指标可以理解成增强后图像色彩的丰富性 C_M 和原始图 C_M 的比值^[6-10]。 C_M 的定义是:若 R、G、B 表示彩图的红、绿、蓝分量,令 $\alpha = R - G$, $\beta = (R + G) / 2 - B$, 图像的色彩丰富性定义为 C_M :

$$\begin{cases} C_M = \sqrt{\sigma_\alpha^2 + \sigma_\beta^2} + 0.3\sqrt{\mu_\alpha^2 + \mu_\beta^2} \\ CEF = C'_M / C_M \end{cases}$$

式中, σ_α 、 σ_β 是 α 、 β 的标准偏差; μ_α 、 μ_β 是 α 、 β 平均值。 C'_M 是增强后的值, C_M 是原始图像的值。

CEF 值越大,表明增强图像比原始图像具有更丰富的色彩,以图 1(a)为原始图像,分别计算图 1 中(b)、(c)、(d)图像的 CEF 值,结果表明:用抛物线增强算法的图像 CEF 值最小为 1.53,本文方法一次增强的 CEF 较大为 2.87,二次增强后 CEF 更大为 3.44,表明本文增强算法使图像色彩更丰富,层次更清晰。

7 结 论

本文提出的增强算法是适合 LCM 驱动硬件的算法,算法中,只用到了求最大值、加法及乘法,一般的 MCU 都可以承担这 3 种简单运算。彩色图像增强算法可以扩展,当彩色分量值位数改变为 n 时, $p_{\max} = 2^n$ 。算法中,由于获得增益后对 RGB 值进行同比例增强,保持了彩色的色调不变。计算复杂度和增强效果优于现有其他算法,适用于显示性能要求更高的场合。

参 考 文 献:

- [1] Mukherjee J, Mitra S K. Enhancement of color Images by scaling the DCT coefficients [J]. *IEEE Trans. on Image Processing*, 2008, 17(10): 1783-1794.
- [2] 代煜,周海锋,王萌,等. 基于 HSI 彩色空间模型的域替换降噪算法 [J]. *计算机工程*, 2011, 12(24): 11-15.

- [3] 郑江云,江巨浪,黄忠. 基于 RGB 灰度值缩放的彩色图像增强 [J]. 计算机工程,2012,38(2):227-229.
- [4] Cheng Hengda, Sun Ying. A hierarchical approach to color image segmentation using homogeneity [J]. *IEEE Trans. on Image Processing*, 2000, 9(12):2071-2082.
- [5] 胡汉梅,陈妮,李海军. 基于 DSP 图形液晶显示器接口及程序设计 [J]. 液晶与显示,2007,22(5):623-628.
- [6] 舒鑫,郭其一. ST7920 点阵式液晶显示模块的应用研究和编程 [J]. 液晶与显示,2007,22(2):192-196.
- [7] 王海涛,刘兆甲,张文明,等. 基于 DSP 的液晶图文显示技术 [J]. 液晶与显示,2008,23(1):73-76.
- [8] 石建国,邓春健. 二级驱动的串行 TFT-LCD 显示终端设计 [J]. 液晶与显示,2011,26(1):73-77.
- [9] 尹东辉,任彦楠,岳超,等. 一种 1024 级灰度大电容负载的 LCD 驱动芯片设计 [J]. 液晶与显示,2011,26(1):78-82.
- [10] 黄梅,吴志勇,梁敏华,等. 暗背景下低灰度图像的实时增强 [J]. 液晶与显示,2011,26(3):374-378.