

文章编号: 1007-2780(2012)02-0173-04

基于灰阶熵的 LCD 动态背光调整

章小兵^{1,2,3}, 刘 波¹, 王 茹³, 董 戴¹, 韩江洪², 吴华夏¹

(1. 安徽华东光电技术研究所 国家特种显示工程中心, 安徽 芜湖 241002, E-mail: xyzxb@ahut.edu.cn;

2. 合肥工业大学 计算机学院, 安徽 合肥 230009;

3. 安徽工业大学 电气信息学院, 安徽 马鞍山 243000)

摘 要: 飞机中液晶显示屏上显示的一般是图形和数据, 显示界面上有较大范围是暗场景。若采用传统液晶显示器恒定亮度的面光源, 会造成不必要的电能消耗, 且存在漏光现象导致图像的对比度下降, 因此对液晶显示的背光源采用动态背光的控制。文章通过分析常见的平均值和最大值背光亮度提取方法, 提出基于灰阶熵的 LCD 背光亮度调整方法。该方法既解决平均值法失真严重的问题, 保证图像质量, 同时相比于最大值法又减少功耗, 达到降低功耗和保证图像质量的要求。

关 键 词: 液晶显示器; 动态背光; 灰阶熵

中图分类号: TN27 文献标识码: A DOI: 10.3788/YJYXS20122702.0173

Dynamic Backlight Adaptation Based on Gray Entropy for LCD

ZHANG Xiao-bing^{1,2,3}, LIU Bo¹, WANG Ru³,

DONG Dai¹, HAN Jiang-hong², WU Hua-xia¹

(1. National Special Display Engineering Center, Huadong Photoelectric Technique Institute of Anhui Province, Wuhu 241002, China, E-mail: xyzxb@ahut.edu.cn;

2. School of Computer Science, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

3. School of Electrical Engineering and Information, Anhui University of Technology, Ma Anshan 243000, China)

Abstract: The display contents of LCD in airplanes are commonly figures and data. So a large scale of scene is dark. In conventional LCDs, the backlight is set to constant luminance regardless of the image which causes power waste and low contrast ratio. To circumvent this problem, dynamic backlight is investigated. By analyzing the conventional methods, the average method and the max method, a modulation algorithm based on gray entropy is proposed. The method not only solves the problem of serious distortion in the average method, but also reduces power consumption in comparison to the max method. Therefore, the proposed method achieves low power consumption and high image quality simultaneously.

Key words: liquid crystal display; dynamic backlight; gray entropy

1 引 言

液晶显示(LCD)具有功耗低、重量轻、厚度薄等优点,已经成为众多平面显示器件中应用面最

广、产业化程度高且迅猛发展的一种显示器件。传统液晶显示器的背光源采用恒定亮度的面光源,电能消耗很大,且液晶单元的透过率难以控制为 0,即存在漏光现象,这就造成图像对比度下

收稿日期: 2011-11-06; 修订日期: 2012-01-04

基金项目: 安徽省博士后基金(No. 200902)

作者简介: 章小兵(1972—),男,安徽省芜湖人,博士,研究方向为光电子及计算机技术。

降。为了提高液晶显示的对比度和降低功耗,产生了自适应动态背光技术^[1-7]。动态背光控制技术包括 0 维全局调光、1 维分区调光和 2 维区域调光,其中 2 维区域调光在增强静态对比度上具有明显的优势。

动态背光源核心问题是如何根据各区域图像确定每个区合适的背光亮度^[8-9]。最常见的用于确定背光源亮度方法有平均值和最大值法。平均值法所确定的背光强度偏暗,虽然可拥有较高的对比度和较小的功耗,但图像失真较严重^[2-3];最大值法虽然可保持大部分的图像细节,但却存在功耗较高及受漏光影响所致的对比度不高的问题^[4-5]。

针对机载显示图像的特点,本文提出一种基于信息熵的动态背光控制信号提取算法,考虑输入图像各个区域的平均值和最大值,并利用灰阶熵衡量液晶屏显示图像灰阶特性来调节亮度增加程度的加权因数,最终确定背光区域的背光亮度。

2 基于灰阶熵的背光亮度确定算法

2.1 灰阶熵

机载显示屏上显示的画面一般是在黑色背景下显示数据和图形,从直方图看是一个一个分离的图谱,图像变化剧烈,因此用灰阶熵衡量图像变化剧烈程度。设 $f(x, y)$ 为一幅具有 255 个灰度级, $m \times n$ 大小的图像,其灰阶熵为:

$$H_{m,n} = \sum_{i=0}^{255} \frac{P_i \log_2(P_i)}{\log_2(m \times n)} \quad (1)$$

其中 P_i 表示图像中灰度值 i 的像素所占的比例,可以通过灰度直方图计算得到。

灰阶熵越大表示图像变化越平缓,反之,图像变化越剧烈,越可能包含边缘细节等信息,而这正是图像显示关注的重要的信息,应该保证不丢失。

2.2 基于灰阶熵的背光亮度调整

对于机载显示图像中的边缘细节等重要信息在整幅图像中比例较小,用平均值方法功耗小但失真严重,最大值方法保持图像重要信息但功耗较高的问题,本文提出一种背光亮度提取算法,综合了以上两种方法的优缺点,该算法在减小图像细节损失的基础上,降低了背光功耗。

该背光提取算法的基本思想首先通过比较显示图像每个像素点的 RGB 3 个分量,得到最大分量构成的灰度图像,这样避免在像素补偿过程中

出现的削幅^[6]。然后,得到各个区域的平均和最大亮度,利用灰阶熵衡量区域图像的平缓程度,当图像较平缓说明图像灰度变化平缓,接近该区域图像的平均值,该区域背光亮度接近平均亮度,几乎没有信息丢失;反之,灰度变化剧烈说明该区域边缘细节越丰富,要提高背光亮度保证这些细节不丢失;因此图像不同区域加权系数 $K_{m,n}$ 与图像的灰阶熵成反比。利用式(2)确定系数 $K_{m,n}$:

$$K_{m,n} = 1 - H_{m,n} = 1 - \sum_{i=0}^{255} \frac{P_i \log_2(P_i)}{\log_2(m \times n)} \quad (2)$$

最后,确定在区域平均背光亮度基础上背光亮度增加量,最终确定各个区域的背光亮度。背光亮度由式(3)得到:

$$B_{m,n} = \text{Avg}_{m,n} + k_{m,n} \times (\text{Max}_{m,n} - \text{Avg}_{m,n}) \quad (3)$$

其中, $B_{m,n}$ 表示区域 (m, n) 的背光亮度, $\text{Avg}_{m,n}$, $\text{Max}_{m,n}$ 分别表示区域 (m, n) 对应的图像像素亮度的平均值和最大值。 $k_{m,n}$ 表示背光亮度增加系数,利用各个区域图像的灰阶熵来动态调整亮度增加系数,针对不同的区域内容进行不同的背光亮度增加, $k_{m,n}$ 值的范围控制在 $[0, 1]$, 即各个区域的背光在每个区域图像亮度平均值和最大值之间取值,背光亮度值在平均值的基础上得到不同程度的增加。

3 液晶补偿

事实上,单纯的背光源阵列调整并无法展现目标图像,如果液晶信号没有做相对应的调整补偿,会造成图像细节及画面亮度的失真,因此液晶补偿在动态背光控制中有其执行的必要性。

在液晶补偿中,背光源光强分布是液晶补偿的依据,一般是通过背光驱动信号与光扩散函数(Light Spread Function, LSF)之间卷积,模拟真实背光强度分布情况,但采用卷积方法计算量大,同时还要将 LSF 进行存贮。本文采用模糊-掩膜方法(Blur-mask approach, BMA)来模拟局域调光控制的光强分布^[8],并以此为依据进行液晶补偿。最终 LCD 屏幕信号由输入图像和背光光强分布共同确定。考虑到显示器的伽马效应,液晶补偿推导公式为:

$$G = (B_{\text{full}}/B)^{(1/\gamma)} \times G_T \quad (4)$$

式中: G_T 为目标图像, B_{full} 和 B 分别表示所有光源全亮时的背光亮度和动态背光时背光亮度。根据

此公式可由原本的液晶信号 G_T 推得补偿后的液晶信号 G 。

4 实验结果

在 MATLAB 中搭建了 16×12 个区域的背光系统仿真平台。采用平均值法、最大值法和本

文提出基于灰阶熵算法分别对区域 LED 背光进行仿真。如图 1 所示为采用以上背光提取方法得到的背光图像。图 2、图 3 是采用不同背光方法得到的最终显示图像。表 1 是图 2、图 3 采用以上不同背光亮度提取方法节省功耗比和失真率结果比较。

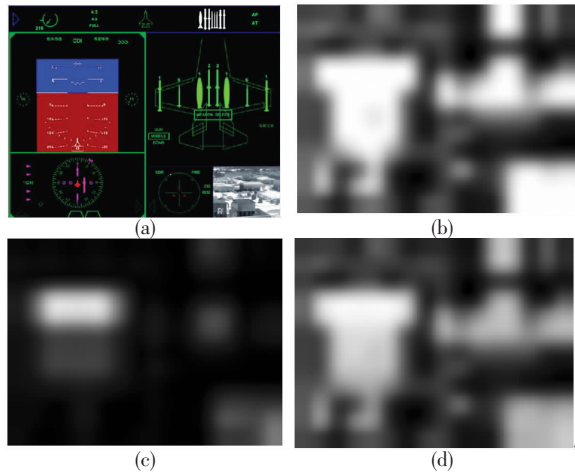


图 1 不同背光方法得到的背光图。(a) 原图;(b)最大值法;(c)平均值法;(d)灰阶熵法。

Fig. 1 Backlight images of backlight signal determined by (a) Target image; (b) Max, (c) Average, (d) proposed method.

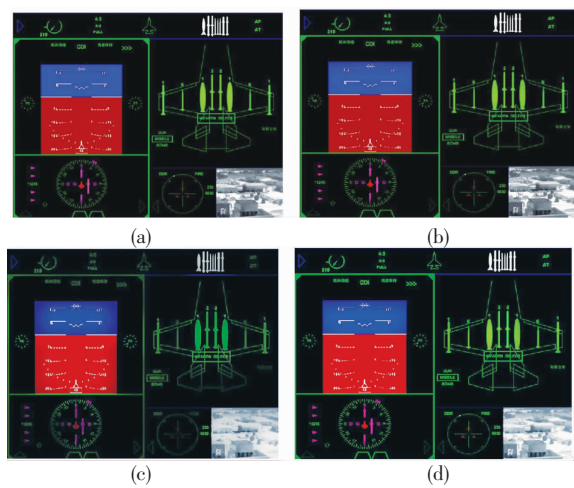


图 2 不同背光方法得到的最终显示图。(a) 原图;(b)最大值法;(c)平均值法;(d)灰阶熵法。

Fig. 2 Final backlight images of backlight signal determined by (a) Target image; (b) Max; (c) Average, (d) Proposed method.

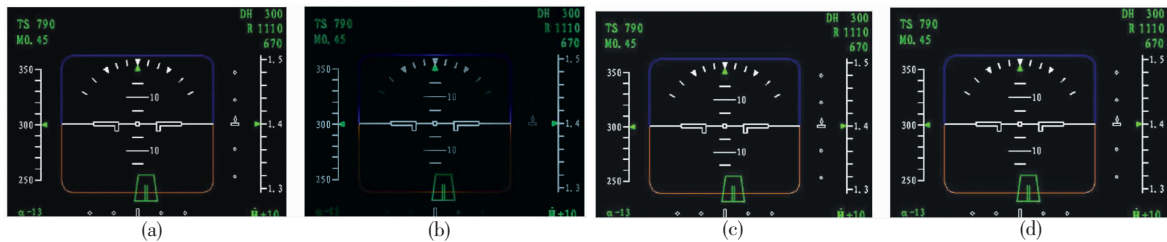


图 3 不同方法的仿真结果:(a) 原图;(b)平均值法;(c)最大值法;(d)灰阶熵法。

Fig. 3 Simulated results by different methods. (a) Target image; (b) Average; (c) Max; (d) proposed method.

表 1 图 2,图 3 分别采用最大值法,平均值法和灰阶熵法提取背光亮度时功耗和失真率比较

Table 1 Comparison in power and distortion for Fig. 2 and Fig. 3 by using Max method, Average method and gray entropy, respectively.

	图 2		图 3	
	功耗比/%	失真率/%	功耗比/%	失真率/%
最大值	44.72	1.38	38.69	5.07
平均值	9.81	8.26	1.69	9.87
灰阶熵	32.21	2.74	30.06	5.51

5 结 论

基于灰阶熵的背光亮度方法,在区域平均亮度值的基础上,根据区域图像灰阶量的多少适当地增加区域的亮度保证图像中的重要信息不丢失,解决了平均值方法失真严重的问题。在减少图像细节损失的基础上,相比于最大值法降低了背光功耗。通过仿真验证了该算法的有效性,在降低功耗同时满足了对图像质量的要求。

