

文章编号: 1007-2780(2011)02-0220-04

LCD 显示器的白平衡调整

孙立新

(中国民用航空飞行学院 空中交通管理学院, 四川 广汉 618307, E-mail: good_today@sina.com)

摘 要: 在液晶显示器生产过程中, 白平衡的调整是一个关键部分, 目前大都采用 PC 机调整。针对现有调整方法的不足, 提出了一种白平衡调整方案。该方案包括了两个步骤, 首先, 利用 LCD 显示器自身的嵌入式平台实现输入信号和前端采样 A/D 的误差校正; 然后, 采用 PC 机与彩色分析仪 Chroma7120, 通过曲线拟合的方法补偿后端显示屏的色温差异, 实现 LCD 白平衡的自动调整。实验结果表明该方案既方便又能满足白平衡的调整要求。

关 键 词: 白平衡; 色温; 液晶显示器

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20112602.0220

LCD White Balance Adjustment

SUN Li-xin

(Air Traffic Manage College, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan 618307, China, E-mail: good_today@sina.com)

Abstract: Adjusting of liquid crystal display (LCD) white balance is a key factor during the LCD production process. At present, LCD white balance is adjusted by PC on product line. This paper proposes a new method that automatic adjusting of LCD white balance will be implemented. Firstly, error of input signal and A/D is corrected based on embedded system of LCD. Secondly, difference of color temperature between different panels is compensated based on PC and Chroma7120. The result of experiment indicates the method can meet the requirement and operate conveniently.

Key words: white balance; color temperature; liquid crystal display

1 引 言

近年来, 液晶显示以其独具的低压、微功耗特性使其产品越来越普及, 比如液晶显示器、液晶电视等。这些产品在生产过程中都需要进行白平衡的调整, 白平衡调整的好坏直接影响到所得画面的质量。目前, 生产线上大都采用 PC 机调整^[1]。

本文针对现有液晶显示器白平衡调整方法的不足, 提出了一种白平衡调整方案: 首先, 利用 LCD 显示器自身的嵌入式平台实现输入信号和

前端采样 A/D 的误差校正; 然后, 采用 PC 机与彩色分析仪 Chroma7120, 通过曲线拟合的方法补偿后端显示屏的色温差异, 实现 LCD 白平衡的自动调整。

2 基本概念

通常的照明灯光源, 它们的光谱成分相差很大, 用它们照射相同的物体时, 呈现的颜色相差也很大。为了比较和区别不同光源的特性, 国际照明委员会(CIE)规定了标准白色光源, 并用基本

参量“色温”表示。色温是以“绝对”黑体的加热温度来定义的。当“绝对”黑体在某一特定温度下,所辐射的光谱与某光谱具有相同的特性时,则这一特性温度就定义为该光源的色温^[2]。调整白平衡的本质就是调整色温。

由于不同地区的人对颜色的感觉不一样。一般显示器都设有两种色温:暖色(6 500 K)与冷色(9 300 K)。

白平衡调整的基础是三基色原理,三基色原理是对色彩进行分解、混合的重要原理。从三基色原理可知:任何色彩都可以用不同含量的红、绿、蓝三基色来表示^[3-4],那么可以把液晶显示器任何像素所发出的色光 Y 表示为:

$$Y = 0.029R + 0.587G + 0.114B \quad (1)$$

该方程是液晶显示器进行白平衡调节的依据。在白平衡的自动调整中,调整 LCD 的亮度,即红绿蓝(RGB)三基色,使 LCD 达到某一要求的色温值,并且符合 LCD 的其他参数规范要求,然后把调整好的 RGB 数据存入 EEPROM 中^[5]。

3 现有方法分析

液晶显示器电路一般由 CPU、A/D 变换器和显示格式变换器组成。在 CPU 的控制和管理下,它首先将 PC 显示适配器输出的模拟 R、G、B 信号进行 A/D 变换,然后再进行数字平面显示格式变换处理后,将信号送到液晶屏幕上显示出来。

实际测试的结果表明:影响产品色温特性的原因有以下几点:

①对同一显示信号,不同的 PC 显示适配器具有不一致的输出幅度。由于显示适配器输出的模拟信号幅度不一致,A/D 变换器输出的数字图像信号也将随之变化,导致液晶显示器的色温特性发生变化。

②不同的 A/D 变换器可能具有不同的数字图像信号零点和满度,即 A/D 电路具有离散性,输入相同幅度的模拟信号,输出的数字图像信号也不一致,导致液晶显示器的色温特性发生变化。

③不同的液晶屏(即使是同一批次生产的),其色温特性也不一致,当输入相同的数字图像信号时,液晶显示器表现出来的色温特性也不相同。

目前,生产线上大都采用 PC 机和彩色分析仪实现白平衡的自动调整(图 1)^[6-8]。

信号产生仪输出标准的模拟信号,PC 机同

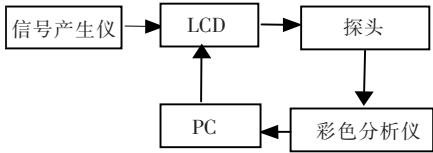


图 1 现有白平衡系统调整框图

Fig. 1 Diagram of existing LCD balance adjusting system

时校正 A/D 变换器和液晶屏的误差。由于色温的差异来源于两种不同的误差,误差的变化更加复杂,所以,在白平衡调整后,液晶显示器在显示不同亮度信号时色温偏差仍然较大;其次,误差偏差程度较大也会造成白平衡调整时间较长,影响生产效率。

4 系统方案设计

本文所述方案将调整过程分为两步:前端误差校正和后端误差校正。

4.1 前端误差校正

在液晶显示器中,前端误差校正的作用有两点:补偿不同的 PC 显示适配器输出的模拟 R、G、B 信号幅度的不一致性;校准 A/D 变换器输出的数字图像信号零点和满度。技术方案的系统框图参见图 2。

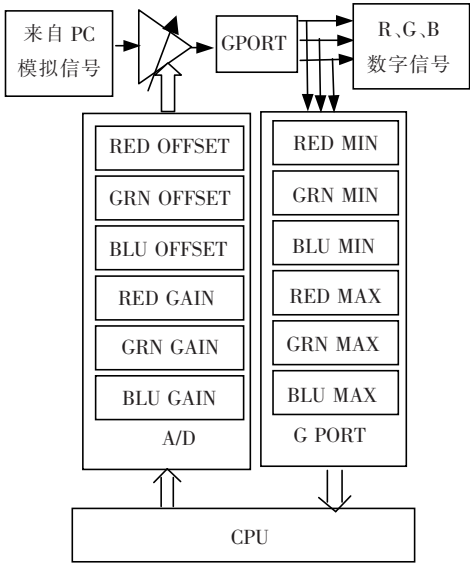


图 2 技术方案的系统框图

Fig. 2 Diagram of front-end error correction system

液晶显示器在正常接收和处理来自 PC 的模拟信号时,A/D 变换器实时输出 3×8 位(R、G、B)数字图像信号。在格式变换集成电路内部

GPORT 有 3 个 8 位最大值寄存器和 3 个 8 位最小值寄存器,分别记录前一帧图像中 R、G、B 数据的最大值和最小值,即图像中的白色电平值和黑色电平值。理想状态下,这两个值应该正好是 FF 和 00;但在实际应用中,由于显示适配器和 A/D 变换器的离散性,这两个值是偏离 FF 和 00 的。由于黑色信号可以通过行逆程获得,因此当确知一帧图像中有白色信号时,系统只要将这两个偏离的值调回理想值,自然就实现了对整个信号输入、输出特性的校准。

具体地说,LCD 显示器自身的嵌入式平台控制软件依据这 6 个寄存器的数据,对 A/D 变换器前端的 OFFSET 和 GAIN 进行调整和设定,以改变 A/D 变换器前端信号偏移值和增益,这样 A/D 变换器的输出也发生变化,格式变换集成电路内部 GPORT 中的寄存器的数据随之发生变化;然后再根据这些寄存器数据的变化,继续调整 A/D 变换器前端的 OFFSET 和 GAIN,直到最小值寄存器刚好为 0 或一个接近为 0 的值;最大值寄存器刚好为 16 进制数 FF 或接近 FF,从而实现前端误差校正的目的。调整的方法可采用步进式(步长为 1)或收敛式(步长由大到小)两种方式。图 3 是步长为 1 时的软件流程图。

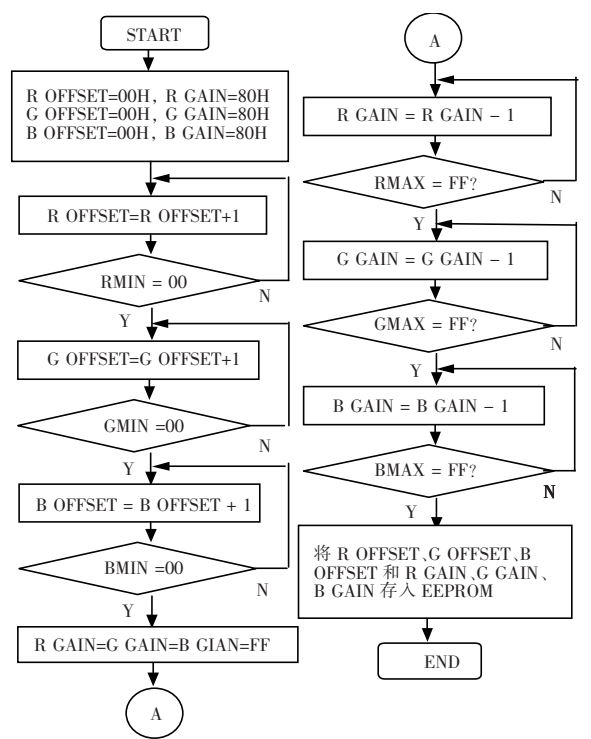


图 3 嵌入式系统软件流程图

Fig. 3 Software flow chart of embedded system

4.2 后端误差校正

后端误差校正采用 PC 机与彩色分析仪 Chroma7120,通过曲线拟合的方法补偿显示屏的色温差异,技术方案的系统框图见图 4。

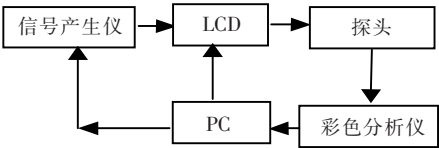


图 4 白平衡系统调整框图

Fig. 4 Diagram of new balance adjusting system

由于液晶显示屏的物理分辨率是固定的,而输入信号的格式各不相同,如 800×600 或 $1\,024\times 768$ 等,所以液晶显示器电路都包含格式变换器。格式变换器输出数字信号在上屏前有两组不同的寄存器组可以改变信号的色温特性。一组寄存器类似于 A/D 电路的 OFFSET 和 GAIN 寄存器,不同之处是格式变换器是数字电路,调整的是数字信号的偏移值和增益值。而第二组寄存器也叫 GAMMA 校正寄存器,共由 3 张表(每张表包含 256 个寄存器)组成,对应三基色在每一采样值的调整值^[9]。由于第二组寄存器数量巨大,调整控制难度及调整所需时间很难满足生产需要,所以白平衡校正一般都通过调整显示格式变换器的 OFFSET 和 GAIN 寄存器来校正屏的色温差异。流程图见图 5。

根据式(1)可知,当信号产生仪产生低亮度白信号时,OFFSET 寄存器中的值对输出信号影响较大;而产生高亮度白信号时,GAIN 寄存器的值对输出信号影响较大。所以,本方案由 PC 控制信号产生仪首先产生低亮度白信号,调整 OFFSET 寄存器,通过读彩色分析仪的数据,使色温和色差都达到设定值(误差值也可设定);然后再由 PC 控制信号产生仪产生高亮度白信号,调整 GAIN 寄存器,通过读彩色分析仪的数据使色温和色差都达到设定值。由于调整 OFFSET 和 GAIN 寄存器的值对输出信号会相互影响,所以方案要交替调整数次(重复次数可设定),使液晶显示器在显示低亮度和高亮度白信号时,能同时满足设定的色温和色差值。

当调整完成后,获得的 OFFSET 和 GAIN 寄存器值,相当于用直线来校正液晶屏的色温特性,

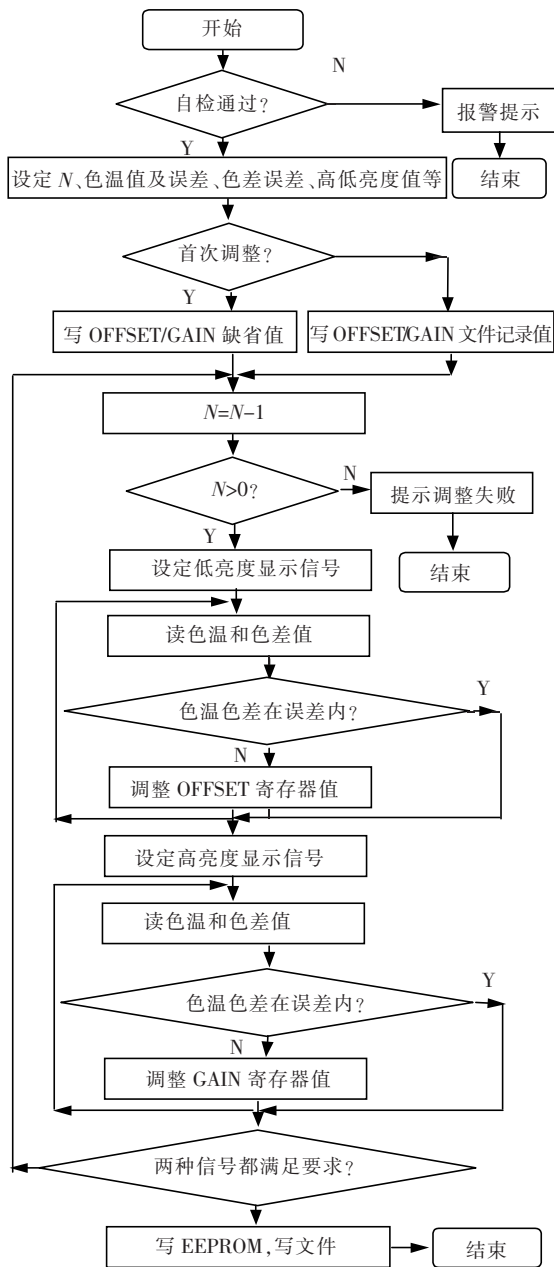


图 5 PC 机软件流程图
Fig. 5 Software flow chart of PC

参 考 文 献:

[1] 李维諲,郭强. 液晶显示应用技术 [M]. 北京:电子工业出版社,2002.
[2] 汤顺青. 色度学 [M]. 北京:北京理工大学出版社,1990.
[3] 王川. 彩色电视机原理 [M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
[4] 徐艳芳,黄敏,金杨. 基于色度比特性的显示器色度特性化 [J]. 液晶与显示, 2008,12(6):771-777.
[5] 张振文. 液晶显示器与液晶电视机原理及维修 [M]. 北京:国防工业出版社. 2008.
[6] 单学民,郝学元,陈家胜. 基于虚拟仪器技术的彩电白平衡测试系统 [J]. 光学仪器, 2001,23(2):3-6.
[7] 开跃春,金涛,贾宏志. 单片机实现 LCD 白平衡的自动调整 [J]. 光学仪器, 2008,12:45-48.
[8] 乔瑞华. 色温与电视摄像技术中的黑、白平衡调整 [J]. 中国现代教育装备, 2007,(4):46-48.
[9] Piao Yan. Luminance parameters in full color LED display [J]. 液晶与显示, 2007,10(5):503-506.

并使色差也在控制的误差内。

另外,程序设定首次调整变量,当变量为真时,程序要从 OFFSET 和 GAIN 寄存器的缺省值开始调整,耗时一般较长;当变量为假时,程序根据系统记录的 OFFSET 和 GAIN 寄存器的值开始调整。这样同批次生产时,第一台产品调整用时较长,但后续产品的调整速度将会非常快,完全能满足生产要求。

5 实 验

由于调整方案(不管是前端或后端)都是针对黑、白两种亮度信号,所以,测试效果更关注产品在显示不同亮度信号时所表现出来的色温特性。具体测试方法可以是输入不同亮度的白信号,也可以通过开放给用户的亮度调整功能改变显示信号的亮度。经过在不同型号显示屏上的测试,调整方案都能得到较一致的色温特性。

但在调整过程中,还有一个问题应特别注意。现有方法(除 GAMMA 校正表以外)都会不同程度影响白信号的动态显示范围。测试中发现,后端调整在低亮度和高亮度白信号分别设定为 30%和 70%的白信号(或亮度相差更小)时,产品表现出来的色温一致性很好,但亮度显示的动态范围较小。实验中发现:低亮度和高亮度白信号分别设定为 15%(左右)和 85%(左右)的白信号时,色温一致性和亮度显示的动态范围都可满足要求。

6 结 论

所述 LCD 白平衡的自动调整方案已应用于生产,实际应用中不但能满足白平衡的调整要求,在各级显示亮度上都具有较一致的色温特性,而且操作方便、调整时间短,提高了生产效率。