

文章编号: 1007-2780(2012)02-0193-05

基于照相的 LED 显示屏亮度校正方法

阮海蓉¹, 夏贵勇²

(1. 襄樊学院 物理与电子工程学院, 湖北 襄阳 441053, E-mail: xf-rhr@163.com;

2. 襄樊新瑞光电子有限公司, 湖北 襄阳 441002)

摘 要: 像素亮度的一致性 LED 显示屏的重要指标。对于像素亮度一致性不理想的 LED 显示屏, 对其照相获得包含亮度信息的图像文件, 再经计算机进行背景去噪、像素定位、亮度信息提取, 得到亮度数据文件, 最后通过计算及数据库处理, 生成 Excel 亮度校正文件。Excel 格式的亮度校正文件, 可以方便地送到主流 LED 显示屏控制器中进行逐点校正, 有效地改善 LED 显示屏的视觉效果。

关 键 词: LED 显示屏; 亮度校正; 逐点校正; 照相

中图分类号: TP391

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20122702.0193

Brightness Correction Method of LED Display Based on Photographing

RUAN Hai-rong¹, XIA Gui-yong²

(1. School of Physics and Electronic Engineering, Xiangfan University,

Xiangyang 441053, China, E-mail: xf-rhr@163.com;

2. Xiangfan New Auspicious Electronics, Xiangyang 441002, China)

Abstract: Consistency of pixel brightness is an important index for LED display. For LED display with un-ideal consistency of pixel brightness, to get pictures file including brightness information by taking photograph, via computer, background can be de-noised, pixel can be positioned, and even information about brightness can be obtained, thus getting file about brightness data, and finally, handled by computer and database, the Excel brightness corrected file will be made. The brightness file corrected in Excel format can be convenient to deliver to the controller of LED display where it will be corrected point by point. In this way, the visual effect of LED display could be greatly improved.

Key words: LED display; brightness correction; spot-spot correction; photographing

1 引 言

LED 显示屏是一种以发光二极管作为发光元件的显示设备, 具有亮度高、价格低、尺寸组合方便的优点, 被广泛应用于大型显示场合中。影响 LED 显示屏显示效果的主要因素有控制器的控制能力(灰度级别、刷新率等)、像素波长的一致性、像素亮度的一致性。前两个指标分别由控制

器和 LED 发光管生产厂家实现, 现都已能够有较好效果, 第三个指标由 LED 显示屏生产厂家实现, 受各种离散参数的制约, 难以在生产过程中实施较好的控制, 对于要求较高的使用场合, 只能在生产后期通过校正实现。用光枪测量每个像素的亮度值, 虽然可以实现校正, 但速度慢, 成本高, 难以在量产中应用。目前, 各 LED 显示屏生产厂家采取的对策一般是混管法, 即把一块屏所使用的

收稿日期: 2011-05-10; 修订日期: 2012-01-06

作者简介: 阮海蓉(1956—), 男, 湖北襄阳人, 高级工程师, 主要研究方向为嵌入式系统及自动控制技术。

LED 发光管放在一个容器中进行搅拌,尽量使不同亮度的像素均匀分布。这种做法并不能改变像素的亮度差异,在使用要求较高的场合下自然是不够的。

2 影响亮度一致性的因素

LED 显示屏的亮度一致性,主要由发光元件和驱动元件两个因素决定^[1]。

发光元件即 LED 发光管,在生产过程中具有不可避免的亮度不一致,生产厂家采取的对策是在生产完成后进行分档,相邻两档的亮度差越小,则一致性越好,但造成的成品率低和库存量高的现象越严重。因此,各生产厂家都把相邻两档的亮度差控制在 20% 左右。

驱动元件一般为恒流驱动芯片,如 MBI5026 等。这些芯片内部包含 16 个恒流驱动输出,可以用电阻设定电流输出值,同一芯片各输出的误差控制在 3% 以内,不同芯片间的输出误差控制在 6% 以内^[2]。

这样,LED 显示屏各像素间出现 25% 的亮度误差是正常的,这还是比较理想的状况,如果 LED 发光管生产厂家不能提供同一档次的产品(屏体尺寸较大时常有此情况),更会使亮度误差升至 40% 以上。

3 基于照相的亮度校正方法

目前主流 LED 显示屏控制器均支持逐点校正,即对每一个像素的驱动电流单独设定(一般以改变占空比的方法实现),设定值在 0~255(对应亮度 0%~100%),只要能够生成各像素对应的亮度校正数据并输入到控制器中,就能够快速地实现对 LED 显示屏的亮度校正。

对未经校正的 LED 显示屏进行拍照,照片中就会包含其亮度信息,再对这些信息进行处理,可以获得亮度校正数据。以此方式实现 LED 显示屏的亮度校正,要解决以下关键问题:

(1) 获得一幅能够正确包含所有像素亮度信息的照片(红、绿、蓝各一幅)。

(2) 对照片进行背景去噪处理,滤除照片中的杂光信息,仅保留亮度信息。

(3) 解决像素的定位问题,保证能够准确地找到每一个像素的位置。

(4) 对照片进行分析处理,获得每一个像素的

亮度信息。

(4) 根据各像素的亮度信息,计算出其亮度校正值。

(5) 在计算机中将各像素的亮度校正值汇总,生成 Excel 文件,以供 LED 显示屏控制器使用。

4 关键技术及实现方法

本校正方法使用计算机对照片文件进行处理,以下用 Visual Basic 语言编程,也可使用其他编程语言设计所用到的程序。

4.1 照相获得包含亮度信息的照片

本方法仅需亮度信息,且使用计算机进行照片处理,对照相机无特殊要求,普通单反照相机甚至卡片照相机都可以使用。

LED 显示屏的基本组成单位是箱体,应对每一个箱体分别拍照。拍照时背景应暗一些,照相机对准箱体中心且与屏保持 10 倍于箱体尺寸以上的距离,以避免中心与边沿的像素因距离不同产生亮度差异,也尽量减少照片的非线性失真。红、绿、蓝三基色应分别拍照,获得各自的亮度照片。

照片文件应使用 24 位 bmp 格式,在这种格式下,图像文件由位图文件头、文件信息头和位图信息 3 部分组成。位图文件头和文件信息头的格式如下:

(1) 位图文件头(共 14 字节)

Public Type BITMAPFILEHEADER

bfType As Integer '文件类型字段("BM")

bfSize As Long '文件长度

bfReserved1 As Integer '保留

bfReserved2 As Integer '保留

bfOffbits As Long '第一个像素的偏

移量

End Type

'文件信息头(共 40 字节)

Public Type BITMAPINFOHEADER

biSize As Long '文件信息头的长度(一般=40)

biWidth As Long '位图的宽度

biHeight As Long '位图的高度

biPlanes As Integer '平面的数目(=1)

biBitCount As Integer '每个像素所占位数

biCompression As Long '是否压缩(未

压缩=0)

biSizeImage As Long '图大小(可选,按字节)

biXPelsPerMeter As Long '未使用(=0)

biYPelsPerMeter As Long '未使用(=0)

biClrUsed As Long '颜色数(使用所有颜色=0)

biClrImportant As Long '重要颜色数(都重要=0)

End Type

在位图文件头和文件信息头的后面是位图信息。位图信息是反序排列的,即从最下面一行的最右面一个图片像素点开始,到最上面一行的最左面一个图片像素点结束。每个像素占用 3 个字节,顺序为蓝、绿、红各一字节,该字节的值在 0~255 之间,0 为最低亮度即不发光,255 为最高亮度^[3]。

这里的图片像素点与 LED 显示屏像素是两个不同的概念,一个 LED 显示屏像素在图片中占用多个图片像素点。图片像素点简称为像素点,以便与 LED 显示屏像素相区别。

对于照相机导出的非 bmp 格式文件(如 jpg 等),可以使用各种图片处理软件将其转换成 24 位 bmp 格式。

4.2 照片背景去噪处理

照相得到的照片、像素亮度信息和其他杂光信息并存,背景去噪处理就是将杂光信息滤掉,保留亮度信息。由于在拍照时是在低亮度背景下进行的,其他杂光的亮度很弱。照片文件中各点的亮度值在 0~255,可以设置一个临界值(如 64),将高于这个临界值的信号原样保留,低于这个临界值的信号清 0,就可以得到一个背景干净的照片。同时,背景去噪处理也将所有非有效基色信息全部滤除,例如对于一幅绿基色照片,就将红色和蓝色信息全部清 0。经过处理的照片背景是全

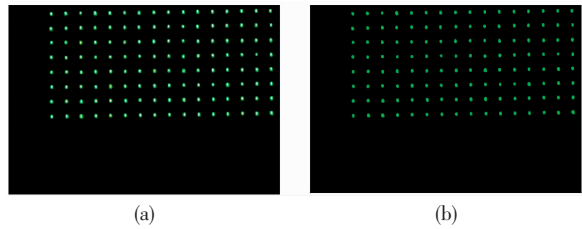


图 1 背景去噪处理效果。(a)处理前;(b)处理后。
Fig. 1 Effect of background denoising. (a) Before the processing;(b)After the processing.

黑的,只能看到各像素的基色亮度。
这种处理对每一像素是同等的,因此不会改变各像素间的亮度比例关系。

比较图 1(a)和图 1(b)可以看到,背景去噪处理后的照片背景干净,且只包含有各绿色像素的亮度信息。

4.3 LED 显示屏像素定位

由于以简单方法照相,照片中像素的倾斜和非线性变形不可避免(在图 1 中可以明显看到倾斜),这些变形对像素的亮度基本没有影响,但给像素的准确定位带来困难。因此,要对各像素处理,首先要解决像素的定位。在对照片的处理中,要用到以下定位功能,这些功能分别以功能子程序实现。

(1)向右下搜索第 1 个像素

用于寻找照片中位于左上角的第一个像素。方法如图 2 所示,以照片左上顶点为圆心,步进扩大扫描半径查找,直到找到不为 0 的像素点。

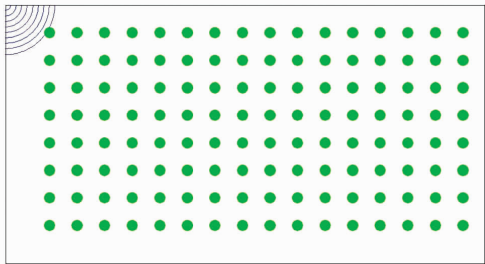


图 2 向右下搜索第 1 个像素的过程
Fig. 2 Process of searching first pixel towards lower right direction

(2)向右下搜索下一个像素

以当前像素中心位置为起点,以 45°(即 X 和 Y 等量步进)向右下寻找一个亮度不为 0 的像素点座标。

(3)向左下搜索下一个像素

以当前像素中心位置为起点,以 45°向左下寻找一个亮度不为 0 的像素点座标。

(4)向右搜索下一个发光像素

以当前像素中心位置为起点,水平(即仅 X 方向步进)向右寻找一个亮度不为 0 的像素点座标。

(5)向下搜索下一个像素

以当前像素中心位置为起点,垂直(即仅 Y 方向步进)向下寻找一个亮度不为 0 的像素点

座标。

(6) 搜索发光 X 中心

在 X 方向上寻找当前像素中的亮度最大者, 若亮度最大者多于一个, 则取其中间座标。

(7) 搜索发光 Y 中心

在 Y 方向上寻找当前像素中的亮度最大者, 若亮度最大者多于一个, 则取其中间座标。

4.4 生成亮度文件

对于一个 N 行 M 列显示屏箱体, 可以得到 $N \times M$ 个像素的亮度数据, 这些数据保存到一个亮度文件中。红、绿、蓝各一个文件, 每个像素占用一个字节(0~255)。

获取 LED 显示屏像素亮度数据的方法: 用上述的子程序定位到 LED 显示屏一个像素的中心, 然后步进向外环取并累加各像素点的亮度值, 直至没有非 0 字节。经过背景去噪处理的照片, 已符合基于区域最大值的亮度特征数据提取方法的要求, 得到的亮度数据与人眼的视觉感受基本一致^[4]。

对于以 2 红 1 绿 1 蓝为一个像素的户外 LED 显示屏, 处理红色时要多一个红色像素。

在获取 LED 显示屏各像素亮度数据的同时, 还计算出所有像素的平均亮度即中位值(所有亮度值相加后除以总像素数), 这个中位值也保存到亮度文件中。

4.5 计算亮度校正数据

LED 显示屏控制器对像素亮度的调整, 只能降低不能升高。对亮度进行校正, 是对不同亮度的像素, 各做不同的降低, 使其向一个目标值逼近。目标值应选择一个适当的数值, 理论上 1~255 是可使用的范围, 但选取过高则亮度较低的像素不能得到有效的补偿, 过低则经补偿后 LED 显示屏的亮度和灰度损失太大, 一般可取 180~220, 对亮度一致性要求高或像素亮度差异大可选低一些, 希望亮度损失小或像素亮度差异不大可选高一些。校正值的计算方法为:

校正值 = (中位值 / (中位值 + (测量值 - 中位值) × 补偿系数)) × 目标值

式中校正值是送到 LED 显示屏控制器中的亮度设置数据; 测量值是亮度文件中一个像素的亮度值; 中位值是在生成亮度文件时得到的亮度平均值; 补偿系数是为了能够对可能产生的欠补偿和过补偿进行调整而设, 若为 1 则不调整, 大于 1 时增强补偿, 小于 1 时减弱补偿; 目标值如

前述。

4.6 生成亮度校正 Excel 数据文件

计算出亮度校正值后, 需要保存到一个 Excel 文件中以便使用。在 VB 中生成并使用 Excel 文件, 应先在引用中添加 Microsoft Excel 11.0 Object Library。

以下是程序中对 Excel 文件操作部分的节选。

'定义 EXCEL 对象

Dim oExcel As Excel.Application

Dim oBook As Excel.Workbook

Dim oSheet1 As Object

.....

'创建 EXCEL 对象

Set oExcel = CreateObject("Excel.Application")

Set oBook = oExcel.Workbooks.Add

Set oSheet1 = oBook.Worksheets(1)

.....

intN = 1

For intM = 1 To File2.ListCount

strS = File2.List(intM - 1)

Open App.Path & "\" & strS For Binary

As #1 '打开亮度文件

For intJ = 1 To Val(Text1(2).Text) '纵向像素数

For intI = 1 To Val(Text1(1).Text) '横向像素数

Get #1, ((intJ - 1) * Text1(1).Text + intI - 1) * 2 + 1, intK

sngQ = sngMiddle + (intK - sngMiddle) * sngCompensate '暂存值 = 中位值 + (测量值 - 中位值) × 补偿系数
sngQ = (sngMiddle / sngQ) * sngTarget '(中位值 / 暂存值) × 目标值

If sngQ > sngHigh Then

oExcel.Cells(intN, intI + 1).Interior.Color = &HFF& '高于上限值标记为红色

sngQ = sngHigh

ElseIf sngQ < sngLow Then

oExcel.Cells(intN, intI + 1).Interior.Color = &HFF0000 '低于下限值标记为蓝色

sngQ = sngLow

End If

'校正数据保存到指定行列中

oExcel.Cells(intN, intI + 1) = Int(sngQ + 0.5)

```
Next intI
intN = intN + 1
Next intJ
Close #1
intN = intN + 1
Next intM
oExcel.Visible = True '设置 EXCEL 对象可见
```

5 处理过程及结果

软件界面如图 3,在这个界面中包含了操作过程的引导说明。

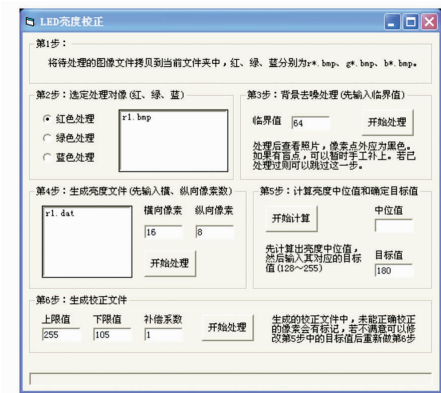


图 3 软件界面

Fig. 3 Software interface

- 第 1 步:将照相获得的图像文件拷贝到当前文件夹中(红、绿、蓝分别为 $r^*.bmp$ 、 $g^*.bmp$ 、 $b^*.bmp$)。
- 第 2 步:选定处理对象,每次只能选红、绿、蓝中的一个。
- 第 3 步:对选定的对象进行背景降噪处理,滤除照片中的杂光信息,处理前应先输入临界值,临界值的选取如 4.2 所述。

参 考 文 献:

[1] 李嘉霖. LED 显示屏的色度均匀性和色保真度 [J]. 现代显示, 2006, (6): 9-15.

[2] 郝宗潮, 胡玉. LED 显示屏驱动芯片的种类及应用 [J]. 现代显示, 2003, (6): 48-51.

[3] 李兰友, 庄国喻, 秦卫光. Visual Basic 绘图与图像处理 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999: 227-228.

[4] 郑喜凤, 宋新丽, 刘贵华, 等. 一种基于区域最大值的 LED 显示屏亮度特征数据提取方法 [J]. 液晶与显示, 2008, 23 (4): 453-457.

[5] 杨赓. LED 显示屏灰度等级的提高及非线性纠正 [J]. 液晶与显示, 2001, 16(2): 150-156.

- 第 4 步:生成亮度文件,处理前先输入图像文件中的横向像素和纵向像素数量。
- 第 5 步:计算亮度中位值和确定目标值。中位值和目标值如 4.4 和 4.5 所述。
- 第 6 步:生成补偿文件,在处理前需要确定上限值、下限值和补偿系数。软件对像素处理时,若高于上限值则仅使用上限值并以红色作标记,若低于下限值则仅使用下限值并以蓝色作标记。上限值由 LED 显示屏控制系统决定,一般为 255,下限值由操作者根据上限值决定,目的是不致因个别不正常的超低亮度像素而丧失必须的最低灰度级别^[5]。补偿系数是为对补偿程度进行调整而设的,作用如 4.6 所述,一般选 1 即可。

最后获得的 Excel 校正数据文件如图 4 所示。

The image shows an Excel spreadsheet with a table of brightness data. The table has columns labeled A through T and rows numbered 1 through 16. The data represents the calibration values for each pixel location.

图 4 Excel 校正数据文件

Fig. 4 Calibration data file for Excel

6 结 论

基于照相的 LED 显示屏校正方法,具有快速高效、成本低廉的优点,虽然这种校正是一种开环调整,即对校正后实际亮度不再检测反馈,但由于 LED 发光管在工作状况下电流与亮度的关系基本呈线性,工程应用上已完全可以满足。