

基于反 γ 校正的全彩 LED 显示屏灰度控制技术*

余彬海¹, 布良基²

(1. 佛山市企业博士后工作站, 广东 佛山 528000; 2. 佛山市光电器材公司)

摘 要: 目前大多数全彩 LED 显示屏中的灰度控制还是简单的线性灰度, 由于人的视觉的明亮度与物理亮度的非线性关系, 这种灰度处理方法存在着严重的灰度畸变. 给出了一种基于反 γ 校正的 LED 显示屏灰度控制技术, 实验结果表明可以显著改善视频播放效果.

关键词: LED 显示屏; 灰度畸变; 反 γ 校正

中图分类号: TN 948.57 **文献标识码:** A

LED 显示屏作为大型平面显示终端, 具有视角宽、观看距离远等特点, 近 10 年来得到了广泛的应用. 尤其是随着半导体技术的发展, 超高亮度 LED 绿管、蓝管价格的下降, 户外 LED 显示屏已成为体育场馆、航空港、火车站、商业街等场所的最佳视频载体, 近年来大量涌现. 由于目前还没有专门用于 LED 彩色大屏幕的图像源及其标准, 所以都是将送给 CRT 显像管的图像信号直接送到 LED 彩色屏进行显示, 但 CRT 与 LED 具有不同的特性, 若简单地把送给 CRT 的信号送到 LED 屏进行显示, 就会引起严重的灰度畸变, 显示效果极差. 因此, 必须在把控制信号送给 LED 驱动电路之前对其进行校正, 使之适合 LED 彩色大屏幕的显示. 本文提出了一种在 LED 显示系统主控中的灰度处理中加入反 γ 校正的技术, 实现了整个 LED 显示屏系统的传输特性的线性化, 保证了 LED 显示屏良好显示效果.

1 无反 γ 校正的灰度损失

在监视器或电视系统中传输视频信号, 为了使电视机或监视器能逼真地再现自然界、人物等真实场景, 这就要求从视频的摄入、视频信号处理、视频信号的显示的完整过程中, 总的传输特性是线性的, 即显像亮度与被显示景物亮度成正比. 虽然摄像模块对被摄景物的响应特性、信号处理电路及信号传输是线性的, 但显像管 CRT 的发光亮度与输入的控制信号电压的 γ_d 次方成正比的 ($\gamma_d = 2.2 \sim 2.8$). 即:

$$B_d = K_d V_d^{\gamma_d} \quad (1)$$

式中, B_d 为屏幕亮度; V 为控制信号电压; K_d 为比例常数; γ_d 为指数常数, 一般的 $\gamma_d = 2.2$.

输入电视机的视频信号标准为了与 CRT 的特性匹配, 已经在传输之前进行了 γ 校正, 使总的系统传输特性是线性的. γ 校正电路的传输特性为:

$$V_o = K_j V_i^{0.45} \quad (2)$$

* 收稿日期: 2000-09-18; 作者简介: 余彬海 (1965~), 男, 博士后; 研究方向: 图像处理.

式中, V_o 为 γ 校正电路的输出电压; V_i 为 γ 校正电路的输入电压; K_f 为比例常数.

通过这样的 γ 校正电路的校正, 整个电视系统的传输特性是线性的, 使 CRT 显示的画面更具真实性.

图 1 是全彩 LED 显示屏系统的一般组成示意图. 由图可见 LED 显示系统播放的视频信号通过视频采集卡采集获取, 而视频采集卡的 RGB 灰度数据又是通过多媒体视频卡 (一般地, 多媒体视频卡可采用恒基天利科技发展有限公司的 TL2000 卡、北京银河电脑公司的银河卡或东方星卡) 来获取的. 而这种 RGB 灰度信号在计算机显示卡或多媒体卡中已经进行了 γ 校正.

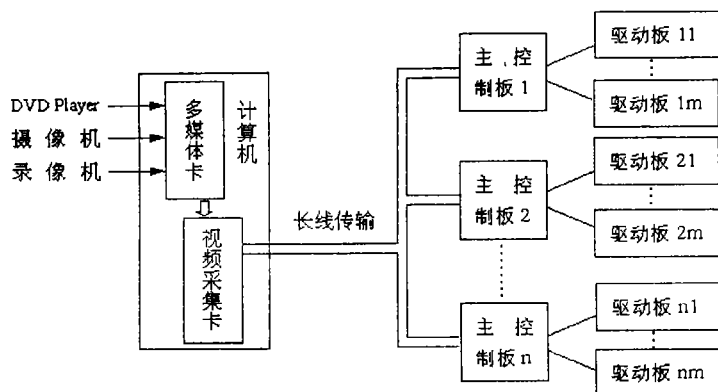


图 1 LED 大屏显示系统的一般结构图

另外一方面, 对于由 LED 发光管组成的显示屏来说, 其灰度控制有 2 种可能的实现方式: 一种是电流控制方式, 这种方式由 LED 管及电阻网络构成, 由于需要额外的器件和布线空间, 一般不为实际的系统所采用; 第二种方式是通过控制点亮 LED 的占空比来实现的, 这种方式不额外添加器件, 只需在灰度控制电路部分根据每一显示点的灰度值控制点亮 LED 管的占空比大小即可. 一般的实用系统都采用这种控制方式. LED 的发光亮度在一定的范围内都与占空比 (或控制电流) 成正比, 即成线性关系. 这样就使得整个 LED 显示屏播放系统的视频传输特性呈非线性.

下面分析人类视觉对亮度的响应特性. 人的视觉的明亮度与物理亮度并不是线性关系, 这种关系可以用孟塞尔新标系统的下列五次多项式来描述:

$$Y = 1.2219V - 0.23111V^2 + 0.23951V^3 - 0.021009V^4 + 0.0008404V^5 \quad (3)$$

式中, V 为明度值; Y 为亮度因数.

明亮值是从观察者知觉上将从黑到白的明度标尺均匀等距地分成许多等级. 亮度因数是在规定的光照条件下在给定的方向上物体表面的亮度与同一光照下完全反射漫体的亮度之比. $V = [0, 10]$, $Y = [0, 100]$ 是百分数. 上式经过作图比较和函数的数值回归, 可以得到: $V = 1.2589Y^{0.45}$ (4)

它与式 (3) 重合得非常好. 同时也可看出式 (4) 中得指数与 γ 校正中得指数完全一致. 明度指数标尺在视觉上是均匀的. 用明度值 V 可以更准确地表达颜色明度的知觉变化. 由于只有视觉上的明度等级而不是物理上的亮度等级才是有效的灰度等级, 所以未

经过非线性处理的线性灰度值会产生较大的灰度损失. 这就是为什么我们观察一个号称 64 级灰度、256 级灰度的 LED 显示屏播放视频节目时效果却不尽人意的原因所在.

2 在灰度处理中引入反 γ 校正

由于式 (3) 太复杂, 为了用一个简单的表达式代替它, 1964 年 CIE 采用了威泽斯基在 1963 年提出的立方根公式:

$$W^* = 25 Y^{1/3} - 17 \quad (5)$$

上式中的 W^* 是 CIE1964 均匀颜色空间的明度指数. $W^*/10$ 在亮度因数 Y 从 1 ~ 100 范围内与孟塞尔新标系统的明度值 V 非常一致, 即:

$$V = 2.5 Y^{1/3} - 1.7 \quad (6)$$

将式 (6) 进行归一化, 并将过逆变换得到的表达式作为反 γ 校正的运算式. 现将输入的灰度级别定义为 256 级, 但考虑到反 γ 校正过程所引起的灰度损失, 故将输出灰度级别定义为 1024 级, 我们得到带反 γ 校正的灰度转换公式:

$$H_o = 1023 * [(H_i/255 + 0.17) * 4]^3 / 100 \quad (7)$$

式中, H_o 为输出灰度; H_i 为输入灰度.

通过 (7) 式, 可获得从 H_i 到 H_o 的灰度变换表.

反 γ 校正的处理, 可以在主控板的数据格式变换 (即灰度控制数据产生电路) 中进行, 也可以在驱动电路部分进行. LED 驱动电路根据点亮 LED 的数据的方式可分为 2 种类型: 一种是灰度数据并行输入方式, 另一种是灰度数据串行输入方式. 对于第一种驱动方式, 可以在驱动电路部分实施反 γ 校正. 但对第二种驱动方式, 很难在驱动电路中实现反 γ 校正. 不管反 γ 校正在哪一部分处理, 由于随着灰度级别的增加, 越来越难通过对灰度数据的权系数调整来实现, 因此最好的实现技术是查表方法.

在通常的灰度控制中一般采用逐步比较法. 这种灰度控制的思想是这样的: 设驱动芯片的读数周期为 T_d , 一行扫描 L_c 列, 灰度控制级别为 n , 如果采用静态扫描, 则一个完整的扫描周期为 $n * L_c * T_d$; 如果采用动态扫描驱动 16 行, 则一个完整的扫描周期为 $16 * n * L_c * T_d$. 为了保证 LED 显示屏良好的显示效果, LED 屏的帧扫描频率应大于等于 60 Hz. 我们以户内 LED 显示屏一般采用的 1/16 扫为例, 则有:

$$1 / (16 * n * L_c * T_d) \geq 60 \quad (8)$$

根据式 (8) 以及半导体器件最大的传输速率, 如果扫描列不超过 512 列, 则系统支持最大的灰度级别为 64. 因此, 采用逐步比较法难以提高灰度控制级别. 为了提高灰度控制级别, 只有采用新的灰度控制算法. 页面扫描法就是在这种背景下产生的, 这种灰度控制算法可以轻易地实现 K 数量级的灰度控制. 关于这种页面扫描控制算法由于篇幅所限将另文介绍.

LED 显示屏的显示效果和可靠性、性价比一样是评价 LED 显示屏的最重要指标之一. 人们日益关心 LED 显示屏的显示效果, 尤其是播放视频时的效果. 如果在 LED 显示屏的方案设计中只关注提高灰度级别, 而没有进行视频信号传输环节的反 γ 校正, 则不会取得预期的效果. 同时, 我们通过上述分析也可看到, 如果主控系统支持的灰度级别不够高, 单纯在系统中实施反 γ 校正, 虽可以取得一定的效果, 但有效的灰度级别却不高. 因此在

LED 显示屏方案设计时, 既进行反 γ 校正, 同时又提高至驱动电路的灰度控制级别, 才能取得预期的优越的视频播放效果. 实验观察表明, 这种反 γ 校正非常有效, 可以显著地改善 LED 彩屏视频播放效果.

参考文献:

- [1] 荆其诚, 焦书兰, 喻柏林, 等. 色度学[M]. <http://www.creader.com/>
- [2] 黄仕机. 彩色电视接收机[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [3] 黄元元, 陈钱. 全彩色 LED 大屏幕视频图像信号的校正[J]. 应用光学 1999, 20(5): 40 ~ 43.
- [4] 任轶凝, 王长林. γ 校正与彩色 LED 大屏幕[J]. 电子技术, 1995(7): 7 ~ 9.

A Gray Control Technology for Full Color LED Display Screens Based on Anti - γ Correction

YU Bin-hai^{*}, BU Liang-jī

Abstract: Nowadays, the gray controls in most full color LED display screens are still linear control. This kind of gray control methods leads to decrease gray series owing to the nonlinear relation between the brightness of human's sight feeling and physical brightness. A gray control technology for full color LED display screens based on anti- γ correction is described in this paper. Experiment results show the method improves the video playback effects.

Keywords: LED display screen; gray deformity; anti- γ correction

* Foshan Enterprise Post-Doctor Work Station, Guangdong Foshan 528000, China