

文章编号:1007-2780(2012)04-0472-04

平板显示分形扫描的伽马校正

冉 峰, 柳玉迪, 季 渊, 黄海浪, 黄舒平

(上海大学 微电子研究与开发中心, 上海 200072, E-mail: ranfeng@shu.edu.cn)

摘 要: 传统的平板显示灰度扫描方法存在扫描效率不高的问题, 分形扫描方法作为一种全新的平板显示扫描方法有效解决了这一问题, 扫描效率达到 100%, 为平板显示尺寸提升和高灰度级显示提供了一种解决方法。文章设计实现了带伽马校正的分形扫描显示控制系统, 该设计从平板显示特性和人眼视觉特性两方面入手讨论伽马校正过程, 通过查找表的方式实现伽马校正功能, 最后通过 1 280×1 024 分辨率平板显示器中的一个 32×32 像素子阵列作为显示窗口对文中提出的方法进行验证。理论和实验结果表明文中提出的校正方法可使平板显示效果更佳。

关 键 词: 平板显示; 分形扫描; 伽马校正; 灰度

中图分类号: TN27

文献标识码: A

DOI: 10. 3788/YJYXS20122704. 0472

Gamma Correction of Fractal Scanning for Flat Panel Display

RAN Feng, LIU Yu-di, JI Yuan, HUANG Hai-lang, HUANG Shu-ping

(Microelectronic R&D Center, Shanghai University 200072, China, E-mail: ranfeng@shu.edu.cn)

Abstract: The traditional approaches of grayscale scanning are of low efficiency. Fractal scanning technique whose scanning efficiency reaches 100% overcomes this problem, providing a good solution to the big size and high grayscale of Flat Panel Display (FPD). This paper presents a control system with gamma correction based on fractal scanning method. The gamma correction was realized by lookup table (LUT) according to both FPD characteristic and visual characteristic. The verification was implemented by using a 32×32 pixels light-emitting diode (LED) panel as display window of the 1 280×1 024 pixels FPD. Theory and experiment results both show the method proposed in this paper could improve the FPD's visual effect.

Key words: flat panel display; fractal scanning; gamma correction; gray scale

1 引 言

灰度是指图像亮度的等级差别, 一般灰度级越高, 图像的层次越细腻。灰度控制能力是平板显示器显示质量的重要评定参数之一^[1], 高灰度级和有效的灰度调制方式对平板显示器 (Flat Panel Display, FPD) 的发展及其重要。常用的灰

度调制方法有: 幅值法、电压组合法、空间法、时分法、帧灰度法、子场灰度法和脉宽调制 (Pulse Width Modulation, PWM) 灰度显示法^[2]。但在这些方法中, 由于灰度的形成时间远远大于灰度数据的传输时间, 很多时间都用来等待灰度的形成, 导致了很长的时间冗余^[3], 所以扫描效率都不高, 这也是实现高灰度、高分辨率、大尺寸平板显

收稿日期: 2011-12-14; 修订日期: 2012-04-12

基金项目: 上海市经信委项目 (No. 11XI-15)

作者简介: 冉峰 (1954—), 男, 山东济宁人, 教授, 主要从事 LCD、OLED 驱动控制芯片研究。

示的瓶颈问题。本文介绍了一种新的平板显示扫描方法并根据平板显示特性和人眼视觉特性对其进行了伽马校正,理论和实验结果都表明本文提出的校正方法可使平板显示效果更佳。

2 分形扫描

分形扫描作为一种新的平板显示扫描方法有效解决了平板显示系统扫描形成灰度图像过程中的时间冗余问题,使扫描效率达到 100%,理论推导和实验结果都表明该方法在不改变现有数字存储型显示系统扫描频率的前提下可提高平板显示系统扫描效率,提高平板显示系统的成像质量^[4]。

将平板显示器($N_x \times N_y$)的任一行 N_y 个像素点看成一个整体,这样一个 2 维平板显示平面就可以看成一维垂直分布的 N_x 个单元。若表示灰度级所需要的 bit 位数为 N ,则可以表示的灰度级数为 2^N ,将平板显示区域垂直方向的 N_x 个单元均匀划分为 2^{N-1} 个子空间,每个子空间包含的单元数用 $n(n \geq 1)$ 表示。

按灰度权值分场显示图像时,缓存一个单元任一权值数据的时间由该单元包含的像素点和像素点数据传送的比特率的比值得到,我们这里记为 T_{unit} 。

分形扫描采用非线性权值,权值比为 $1:3:8:20 \cdots : 2^{N-1} \times (N+2)$ 。设最低权值 bit 位对应发光时间单位 $T_{\text{set}} = n \times T_{\text{unit}}$ 。将 2^{N-1} 个包含 n 个单元的子空间看做垂直分布的 2^{N-1} 个点,它与水平的时间轴可以构成一个平行四边形的子空间扫描时间平面,因灰度与时间成正比,所以称为灰度时空平面。对所有子空间完成一次灰度扫描所需的时间由灰度扫描时间和消隐时间构成,总时间深度为 $(2^{N-1} \times N + 2^{N-1}) \times T_{\text{set}}$ 。

16 级灰度扫描的灰度时空平面如图 1 所示。每个时间单位 T_{set} 都对一个子空间进行灰度扫描(图中用五角星表示)。每一子空间都经过 4 次扫描和一次消隐扫描,完成一次灰度扫描的时间为:

$$(2^{4-1} \times 4 + 2^{4-1}) \times T_{\text{set}} = 40 \times n \times T_{\text{unit}}$$

而对于同样 16 级灰度($N=4$),子场扫描用时为: $16 \times 2^{N-1} \times n \times T_{\text{unit}} = 128 \times n \times T_{\text{unit}}$,采用分形扫描方法显著降低了扫描周期。该方法可以得到 1 024 级以上的灰度,当灰度级越高时,其优势就会更加明显。分形扫描为解决平板显示大尺寸、高灰度的要求提供了一个可行性方法。

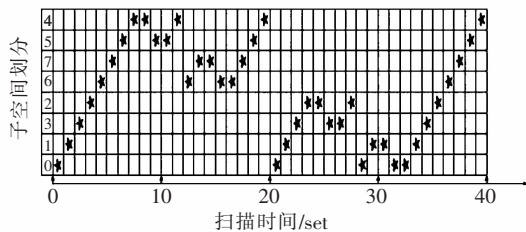


图 1 灰度扫描的时空平面

Fig. 1 Time space plane of grayscale scanning

3 伽马校正

3.1 光电特性矫正

Gamma 校正最初起源于阴极射线管(Cathode Ray Tube, CRT)显示器的非线性。CRT 显示器荧光屏上显示的亮度 $I = KV^\gamma$, K 为常数, γ 为 CRT 显示器的伽马值,一般取 $2.2 \sim 2.5$,所以 CRT 在接收线性视频或图像信号时需要先做非线性处理,这一过程被成为伽马校正。早期由于 CRT 显示器是视频信号的主要显示设备,为了简化视频信号显示设备的设计,视频信号在进行传输前预先都做了伽马校正。随着科技的发展,平板显示器已成为主流,由于平板显示器的电光转化是线性的,所以在接收适合于 CRT 显示器的视频信号时要做反伽马校正,以消除色彩失真^[5]。伽马校正的基本公式为:

$$y = 255 \left(\frac{x}{255} \right)^\gamma \quad (1)$$

公式(1)中: y 为输出灰度级, x 为输入灰度级, γ 为灰度校正系数(一般取值在 $1.6 \sim 2.8$)。图 2 是伽马值等于 2.0 的校正曲线。伽马值越大,图 2 中校正后的曲线曲率也越大。

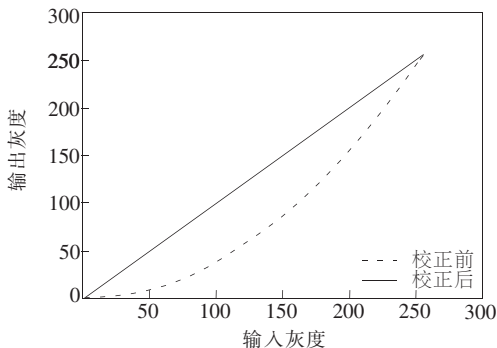


图 2 伽马校正曲线

Fig. 2 Gamma correction curve

3.2 亮度特性矫正

目前为了确保平板显示显示效果的均匀性,

规则是:若 sel 信号为真则下一空间码为当前子空间和 $D[6:0]$ 异或的结果,否则为当前空间码在格雷码序列中的下一格雷码。位码和子空间码译码产生行使能信号和 RAM 地址信号,控制模块根据地址信号从 RAM 中取得图像行灰度数据,并在行使能信号的配合下完成灰度显示^[7]。

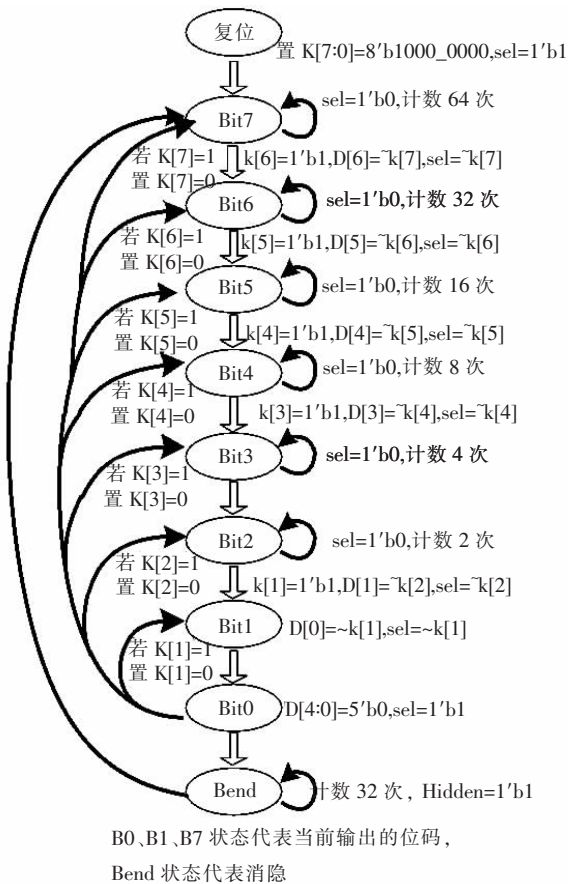


Fig. 6 State machine of bit code generation

5 实验结果

用 1 280×1 024 分辨率平板显示器中的一个

32×32 像素子阵列作为显示窗口来验证主观显示效果,该窗口可以是平板显示器上任意选定的一块 32×32 像素区域。实验结果如图 7 所示,左图是采用分形扫描方法未经校正得到的显示效果,右图是按照本文阐述的方法即从平板显示特性和人眼视觉特性两个方面经过两次校正后得到的显示效果。从图中可以较明显地看出,校正后的图像由最暗到最亮层次过度更自然、更清晰。

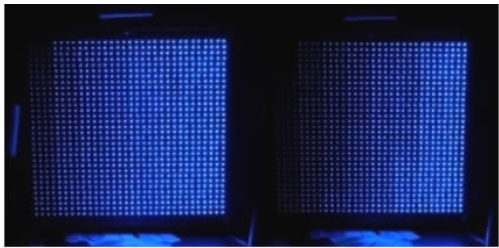


图 7 实验结果
Fig. 7 Experimental result

6 结 论

分形扫描作为一种全新的扫描方法,扫描效率可达 100%,为大尺寸高分辨率高灰度平板显示提供了解决方案。分形扫描的非线性权值特点使它所形成的 256 级灰度的对比度高于常规扫描(本设计中对比度为 1 024:1,高于普通扫描的 256:1)。高对比度对于图像的清晰度、细节表现、灰度层次表现都有很大帮助。本文设计的分形扫描控制显示系统将伽马校正分两步进行来克服平板显示器显示适用于传统 CRT 显示器图的视频源时所存在的失真问题,以及人眼对于客观亮度感觉的非线性问题,通过查找表方式实现伽马校正。实验结果与我们预期的结果一致,在平板显示大尺寸、高灰度发展方向上有一定的应用价值。

参 考 文 献:

[1] 邱明晶,陈宇,郑喜凤,等. LED 大屏幕显示屏灰度等级检测技术研究 [J]. 液晶与显示, 2010, 25(3): 407-411.
[2] 王宇,朱为,堵国良,等. LED 显示屏实现高质量图像显示的扫描算法分析 [J]. 电子器件, 2004, (3): 482-485.
[3] 严利民,王浩,金晨,等. 平板显示器件的灰度显示优化结构 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(5): 567-571.
[4] 徐美华,陈章进,冉峰,等. 平板显示系统的最优扫描结构及分形模型 [J]. 电子学报, 2006, 34(8): 1376-1380.
[5] 赵建森. 视频通信中的伽玛校正 [J]. 电子科技, 2006, (7): 43-46.
[6] 龚兆岗. LED 可变情报板的亮度调节 [J]. 现代显示, 2006, (4): 14-18.
[7] 徐美华,冉峰,陈章进. 基于分形 IP 核的平板显示控制器设计与应用 [J]. 固体电子学研究与进展, 2010, 30(3): 418-424.