

应用于等离子体显示器的自适应子场编码驱动方法

刘祖军, 刘纯亮, 梁志虎

(西安交通大学电子物理与器件教育部重点实验室, 陕西西安 710049)

摘 要: 为解决交流等离子体显示器 (AC PDP) 中传统“单纯累积”发光模式产生的灰度显示不足的问题, 本文提出了一种自适应子场编码驱动方法 (ASC). 该方法中子场编码根据每一场输入图像的归一化灰度直方图进行自适应地计算, 将子场编码权值选取在输入图像灰度信息最丰富的区间. 同时根据计算出的子场编码, 驱动电路调整各个子场的维持脉冲个数. 仿真结果表明, 该方法不仅能够消除 AC PDP 中的动态假轮廓现象, 而且弥补了传统“单纯累积”发光模式造成的灰度显示不足的问题, 具有良好的灰度显示效果.

关键词: 交流等离子体显示器; 自适应子场编码; 动态假轮廓; 子场编码

中图分类号: TN 873.94 TN 911.73 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2006) 02-0201-04

A Driving Method with Adaptive Subfield Coding Applied to Alternating Current Plasma Display Panels

LU Zu-jun, LU Chun-liang, LIANG Zhi-hu

(Key Laboratory of Physical Electronics and Devices of the Ministry of Education, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049, China)

Abstract The image quality suffers from the lack of grayscale expression capability when the ‘simple-accumulation’-lighting mode is applied to alternating current plasma display panels (AC PDP). To solve the problem, an adaptive subfield coding (ASC) driving method was proposed in which subfield vector is adaptively figured out based on the normalized histogram of input image every TV field. The calculated subfield vector can express the most grayscale information of input image. And then the sustain pulse number of each subfield is adjusted according to the calculated subfield vector. Simulation results show that the proposed method can eliminate the dynamic false contours in AC PDPs and overcome the lack of grayscale expression capability caused by the ‘simple-accumulation’-lighting mode. It can provide good grayscale expression in AC PDPs.

Key words alternating current plasma display panel (AC PDP); adaptive subfield coding; dynamic false contour; subfield vector

1 引言

彩色交流等离子体显示器 (AC PDP), 以其大尺寸、宽视角、高分辨率等特点, 在高清晰度数字电视和大屏幕多媒体显示中具有广阔的应用前景, 近年来得到迅速发展. 然而在增强图像质量, 降低功耗及成本方面仍有许多问题需要解决. AC PDP 一般采用寻址显示分离 (ADS) 的子场驱动方法^[1], 在子场驱动方法中实现灰度显示有两种方式: 一种是通过各个子场维持发光的“组合”来实现灰度显示; 另一种方式是通过各个子场维持发光的“单纯累积”来实现灰度显示, 采用“组合”式发光模式实现灰度显示, N 个子场能够显示 2^N 个灰度级, 具有良好的灰度显示能力,

但在显示运动图像时会出现动态假轮廓 (DFC) 现象^[2], 严重影响 AC PDP 图像显示质量. 已有许多方法被提出用于减少 AC PDP 动态假轮廓, 例如 M PD 法^[3], 子场编码优化选择法^[4], 三维散射法^[5]等. 但是在“组合”式发光模式下, 减少 DFC 的方法都是在 DFC 减少和灰度级表现力之间进行折衷, 不能从根本上消除动态假轮廓现象.

采用各个子场维持发光的“单纯累积”来实现灰度显示可以完全消除动态假轮廓现象. 日本先锋公司提出的 CLEAR 驱动方法^[6]就是采用“单纯累积”式发光模式实现灰度显示, 其子场权值根据反伽马校正曲线进行选取.

对于 N 个子场的“单纯累积”式发光模式, 只能显示“ $N + 1$ ”个灰度级, 相当于图像灰度级的采样. 而为了保证

显示图像的亮度,子场数不能太多,一般不超过 14 更多的灰度级是通过抖动和误差扩散方法来实现.因此,代表“N + 1”个灰度级的子场编码权值的选取对显示图像质量影响很大,如果某几个子场编码权值所代表的图像信息很少,将会产生明显的静态假轮廓,严重影响图像的显示质量.传统的“单纯累积”式发光模式的主要缺陷就是子场编码的权值是事先设定的,与所显示的图像信息无关,出现图像信息很少甚至无图像信息的子场编码权值是不可避免的.

为克服传统的“单纯累积”式发光模式造成的灰度显示不足的问题,本文提出一种自适应子场编码驱动方法(ASC),该方法中各个子场的权值不是固定的一组或几组,而是根据输入图像的灰度分布进行自适应的选择.将子场权值选取在代表输入图像信息最丰富的灰度区间.本文提出的方法不仅可以消除动态假轮廓现象,而且克服了传统“单纯累积”发光模式所存在的灰度显示不足问题.

2 自适应子场编码驱动方法

在本文提出的 ASC 驱动方法中,同样采用“单纯累积”式发光模式,子场编码根据每场输入图像的归一化直方图自适应地计算出.因此,每一场输入图像都有与其灰度分布相适应的子场编码,驱动电路则根据显示当前图像的子场编码调整各个子场维持脉冲个数.

2.1 主灰度区间选择

对于具有灰度级为 L 的输入图像 G I,首先计算出反映其灰度分布的归一化直方图,如图 1 所示, $P(k) = (k = 0, 1, 2, \dots, L - 1)$ 是各个灰度级的概率密度.

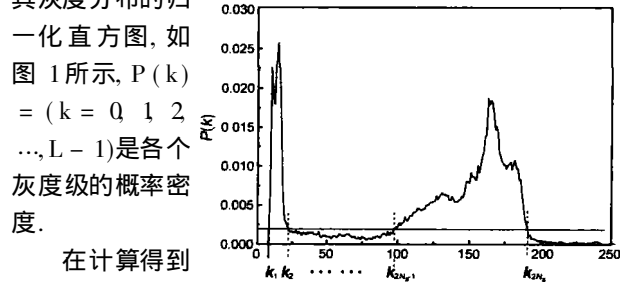


图 1 输入图像主灰度区间确定

在计算得到输入图像的归一化直方图后,根据设定的选择阈值 $P_s (0 < P_s < 1)$ 来确定输入图像的主灰度区间 L' ,如图 1 所示.主灰度区间 L' 代表了输入图像信息最丰富的灰度区间.

当 $P(k) > P_s$ 时, $k \in L'$. 由此得到 N_s 个子灰度区间, N_s 个子灰度区间分别为

$$\begin{cases} L'_1, L'_2, \dots, L'_{N_s} \\ L'_i = (k_{2i-1}, k_{2i}) \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, N_s \quad (1)$$

由式 (1) 可得输入图像的主灰度区间

$$L' = L'_1 \cup L'_2 \cup \dots \cup L'_{N_s} \quad (2)$$

2.2 子场编码权值计算

在 CLEAR 驱动方法中子场数 $N = 14$ 其子场编码权值为^[7]

$$\begin{aligned} & [1, 3, 5, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 35, 39] \quad (3) \\ & \text{能够显示的 15 个灰度级为} \\ & [0, 1, 4, 9, 17, 27, 40, 56, 75, 97, 122, 150, 182, 217, 256] \quad (4) \end{aligned}$$

可以看出,采用 CLEAR 驱动方法时,对于图 1 所代表的输入图像高灰度级部分具有很差的表现力,会带来明显的假轮廓.本文根据输入图像的主灰度区间 L' 计算子场编码权值,将各个子场的权值选取在代表输入图像信息最丰富的灰度区间 L' ,使得计算出的子场编码能与输入图像相适应.子场编码权值的计算原理如图 2 所示.在 ASC 方法中,能够显示的灰度级定义为 $G = [G_1, \dots, G_{N+1}]$.为了保证显示图像的对比度,令 $G_1 = 0, G_{N+1} = k_{N_s}$,剩余的 $N - 1$ 个灰度值在主灰度区间内进行采样选取.

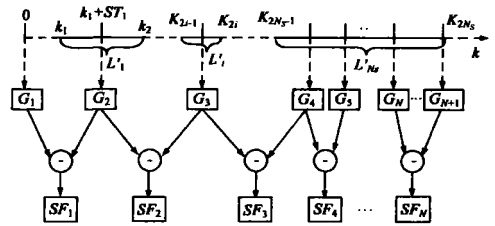


图 2 子场权值计算原理

首先,计算出各子灰度区间在主灰度区间中所占比例,即各子灰度区间的灰度范围与主灰度区间的灰度范围比值,

$$PL_j = (k_{2j} - k_{2j-1}) / K' \quad j = 1, 2, \dots, N_s \quad (5)$$

其中 K' 为主灰度区间灰度范围,

$$K' = \sum_{i=1}^{N_s} k_{2i} - k_{2i-1} \quad (6)$$

其次,根据 PL_j 计算出各子灰度区间内将选取的灰度值采样个数 M_j ,

$$M_j = \text{Round}((N - 1)PL_j), \quad j = 1, 2, \dots, N_s \quad (7)$$

Round 是将输入四舍五入到最近整数的取整运算.判断各子灰度区间灰度值采样个数 M_j 是否都不为零.当某个子灰度区间的灰度值采样个数等于零时,例如,第 i 个子灰度区间 $M_i = 0$ 则将 M_i 置为 1.然后从主灰度区间内剔除第 i 个子灰度区间得到新的主灰度区间,同时子灰度区间数目减少一个.根据新得到的主灰度区间,重新开始计算各子灰度区间内灰度值采样个数,直到各子灰度区间灰度值采样个数都不为零.

然后,按照各个子灰度区间灰度值采样个数 M_j 计算出在每个区间内灰度值采样的步长,

$$ST_j = (k_{2j} - k_{2j-1}) / (M_j + 1) \quad (8)$$

根据每个子灰度区间对应的灰度值采样个数 M_j 及采样步长 ST_j ,从子灰度区间的左边界开始按采样步长选取将采用的灰度值.由于每个子灰度区间是开区间,采样的灰度值不包括边界点,灰度值采样过程如下:

$$G_i = 0, G_{N+1} = k_{N_s}$$

```

n = 2
For j = 1 to Ns
  For i = 1 to Mj
    Gn = k2j-1 + iSFj;
    n = n + 1
  End
End
    
```

在计算出 AC PDP 显示时将使用的灰度值后, 根据“单纯累积”发光模式实现灰度显示的原理, 按式 (9) 可以计算出应用于显示当前输入图像所采用的子场编码。

$$\begin{cases} SF = [SF_1, SF_2, \dots, SF_N] \\ SF_i = G_{i+1} - G_i, \quad 1 \leq i \leq N \end{cases} \quad (9)$$

2.3 驱动电路结构

本文提出的自适应子场编码驱动方法的电路结构如图 3 所示。自适应子场权值计算电路计算出应用于当前输入图像的子场权值编码 SF。由于计算输入图像对应的子场权值编码 SF 需要时间, 因此图像缓存电路将输入的图像进行缓存后, 以保证图像与计算出的 SF 相对应。灰度变换电路根据 SF 将输入图像的灰度值进行变换, 变换后的数据进行误差扩散处理进一步增强将显示的图像质量。误差扩散处理后的数据送到寻址电极控制电路, 用于对 AC PDP 进行寻址; 同时扫描及维持电极控制电路及寻址电极控制电路根据应用于显示当前图像的各个子场权值编码 SF 产生相应的维持及控制波形, 主要是按照 SF 进行各个子场维持脉冲个数的分配。

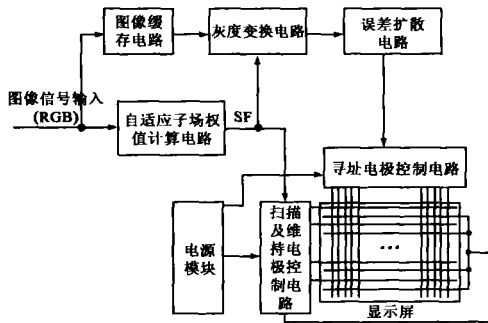


图 3 自适应子场编码驱动方法电路结构

3 仿真结果及讨论

主灰度区间选取阈值 (P_s) 的选取对处理后图像质量有着重要的影响, 如果 P_s 选取过小会忽略图像中一些主要灰度信息, 产生较大的假轮廓; 如果 P_s 选取过大, 则与 CLEAR 驱动方法类似, 也会产生由于显示灰度级不足带来的假轮廓。

将输入图像的各灰度级概率密度函数 $P(k)$ 的值按从大到小排序, 存储到 P' 中, P_s 为满足式 (10) 的最小的 $P'(k)$ 。

$$\sum_{m=0}^k P'(m) > 0.97, \quad 0 \leq k \leq L-1 \quad (10)$$

采用 Matlab 语言编程, 在 Matlab 软件平台上对本文

提出的 ASC 方法和 CLEAR 方法进行灰度显示仿真, 图 4 (a)、(b)、(c)、(d) 所示的 4 幅图像为 256 灰度级输入图像。仿真过程中, P_s 按式 (10) 进行选取, 两种方法子场数都设为 14 个, 因此采用两种方法处理后的输出图像灰度级都只有 15 个。图 4(e)、(f)、(g) 和 (h) 是采用本文提出的方法进行处理的结果; 图 4(i)、(j)、(k) 和 (l) 是采用 CLEAR 方法对相同输入图像进行处理的结果, 两种方法灰度显示仿真结果都未进行误差扩散处理。

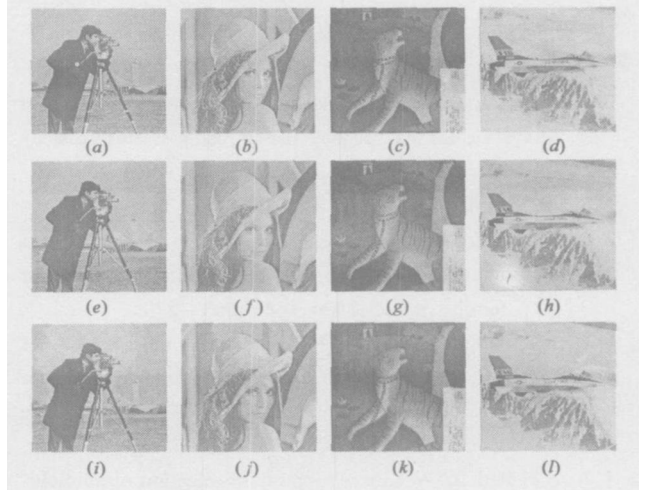


图 4 灰度显示仿真结果

比较两种方法的仿真结果, 可以看出, CLEAR 驱动方法对输入图像平均亮度比较低且图像对比度较低的图像 (图 4(c)) 处理效果较好, 但对输入图像平均亮度比较高 (图 4(b)、(d)) 或图像对比度较高的图像 (图 4(a)) 处理后图像产生明显的假轮廓; 而本文提出的方法, 不论输入图像特征如何, 都具有比较好的灰度显示效果, 处理后的图像非常逼近原始输入图像。采用文献 [8] 所提出的动态假轮廓评测方法对本文提出的方法及 CLEAR 方法进行动态假轮廓评测, 输入图像 (图 4(b)) 以水平方向每场 2 个像素、垂直方向每场 1 个像素作匀速直线运动, 仿真结果分别如图 5(a) 和图 5(b) 所示。由于两种方法都采用“单纯累积”发光模式, 因此都不会产生动态假轮廓现象, 图 5(b) 中出现的假轮廓是由于 CLEAR 驱动方法灰度显示不足造成的。



图 5 DFC 仿真结果

4 结论

本文提出了一种应用于 AC PDP 的自适应子场编码

(ASC)驱动方法,该方法采用“单纯累积”式发光模式实现灰度显示.用于显示的各个子场编码不是固定的,而是根据每一场输入图像的归一化灰度直方图进行自适应地计算.驱动电路则根据当前计算出的子场编码产生相应的维持驱动波形,尤其是根据子场编码分配各个子场的维持脉冲个数.仿真结果证明,本文提出的ASC驱动方法在消除AC-PDP动态假轮廓现象的同时,能够弥补“单纯累积”式发光模式中灰度显示不足的问题,具有良好的灰度显示效果.

参考文献:

- [1] T Shinoda, M Wakitani, K Yoshikawa. High level grayscale for AC display panels using address display period separated sub-field method [J]. *IEICE Trans Electron* 1998, J81-C-II(3): 349-355.
- [2] T Yanaguchi, T Masuda, A Kohgami, et al. Degradation of moving image quality in PDPs Dynamic false contour [J]. *Journal of SID*, 1996, 4(4): 263-270.
- [3] J W Kim, Y D Kim, S H Kang, et al. A new measure of motion picture distortion and its applications to picture quality important on AC PDP [J]. *IEEE Transaction on Consumer Electronics* 2002, 48(2): 275-283.
- [4] S H Park, C W Kim. An optimum selection of subfield-pattern for plasma displays based on genetic algorithm [J]. *IEICE Trans Electron*, 2001, E84-C(11): 1659-1666.
- [5] T Yanaguchi, K Toda, S M Koshiba, et al. Improvement in PDP picture quality by three-dimensional scattering of dynamic false contours [A]. *Proceedings of SID [C]*. San Diego, USA, 1996, 291-294.
- [6] T Tokunaga, H Nakamura, Suzuki M, et al. Development of new driving method for AC-PDPs [A]. *The*

Sixth International Display Workshops Symposium [C]. Sendai, Japan, 1999, 787-790.

- [7] T Tokunaga, Yananashi. Method for driving a plasma display panel [P]. United States Patent US6414658B1, 2002-07-02.
- [8] 刘祖军, 刘纯亮, 梁志虎. 一种等离子体显示运动图像动态假轮廓评测新方法 [J]. *西安交通大学学报*, 2004, 38(10): 1076-1080.

作者简介:



刘祖军 男, 1976年生于湖北, 现为西安交通大学博士生, 主要从事AC-PDP驱动方法及图像处理研究. E-mail: liuzujun@ipcd.xjtu.edu.cn.



刘纯亮 男, 1959年出生于陕西, 教授, 博士生导师, 西安交通大学电子与物理器件研究所所长, SID会员, 中国电子学会高级会员, 中国真空学会高级会员, 主要研究方向为平板显示、彩色显示器件图像处理、等离子体放电物理和高功率微波技术.



梁志虎 男, 1976年出生于山东, 西安交通大学讲师, 博士, 主要从事AC-PDP驱动方法及放电测量研究.