

文章编号: 1007-2780(2010)01-0120-04

平板显示器件权值按位扫描的子空间划分策略

严利民, 邱申南, 王 念

(上海大学 微电子研究与开发中心, 上海 200072, E-mail: qsn777@sina.com)

摘 要: 介绍了平板显示器灰度级的优化扫描结构, 阐明了子空间权值按位扫描的思想, 即将全局平面分成多个不同的区域, 分别按权值大小的不同排列顺序扫描, 改变了常规的逐行、逐点重复写入的模式。在权值扫描的基础上, 着重描述了 3 种不同的子空间划分策略(遍历搜索、对称权值迭代、遗传算法推导, 和各自的推导方式以及相应的优缺点。最后, 对上述 3 种方法以及常规逐行扫描方法进行了对比, 结果表明, 新的扫描策略大幅提高了扫描效率, 降低了工作频率。

关 键 词: 灰度; 子空间; 遗传算法; 对称权值迭代

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A

Sub-Space Partition Strategy of Bit-Weight Gray Scanning in FPD

YAN Li-min, QIU Shen-nan, WANG Nian

(Microelectronic R&D Center, Shanghai University, Shanghai 200072, China, E-mail: qsn777@sina.com)

Abstract: This paper introduces an optimal gray-scale scanning structure of flat panel display and clarifies the value of the sub-space strategy, which is dividing the whole plane into a number of different regions (sub-space), that ordered by the same weights sequences, separately scan them by the value of weight. Three different methods for the sub-space division strategy were proposed: traversal search, weight-symmetry iterate and genetic algorithm. The advantages and disadvantages of the three methods were compared with traditional methods, it can be found the new scanning strategy greatly increased the efficiency and reduced the operating frequency.

Key words: gray; sub-space; genetic algorithm; weight-symmetry iterate

1 引 言

平板显示器作为显示技术未来的发展方向, 以其轻薄、环保的特点正日益蚕食 CRT 的市场份额。各种新型平板技术和材料层出不穷, 提高显示效果的方法和策略研究也一直是行业中的热门领域^[1]。提高画质, 无可避免地要提高显示的灰度级别和刷新频率, 而扫描频率、传输效率也一直是业界的瓶颈问题。

本文以线性按位权值扫描为基础, 在分析了子空间扫描法的优点后介绍了 3 种子空间划分策略并进行了比较, 达到了提高扫描效率、降低帧频的目的。

2 子空间权值按位扫描介绍

2.1 常规扫描

目前的平板显示器大都采用常规的扫描策略, 即采用逐行逐列的扫描模式。每个像素点都要进行灰度级次数的扫描, 以完成相应的灰度等

级要求。以 QVGA(320×240)分辨率的 FPD 为例,为了能达到 256 级灰度、100 Hz 帧频的要求,时钟频率必须满足以下公式^[2]:

时钟频率(pclk)=刷新频率×行数×单个像素点扫描次数×每行像素数/数据位

即:pclk =100×240×256×320/8=

245.76 MHz

随着灰度级别的提高和显示器尺寸的增大,系统的时钟频率必须随之提高以满足扫描的要求,这就对相应的硬件设备提出了极高的挑战。同时,系统的时钟存在着大量的冗余扫描过程,就上例来说,根据权值按位扫描的定义,常规扫描可以看成是子空间为 1 的特殊情况,其有效扫描利用率仅为 3.52%,因此有必要对其进行优化。

2.2 权值按位扫描法

权值按位扫描是为了减少扫描次数、降低系统时钟频率而提出的。其核心思想如下:单个像素点的扫描次数等同于权值位数;与常规扫描不同,每次扫描间隔的时间与相应的权值大小有关^[2](见图 1)。

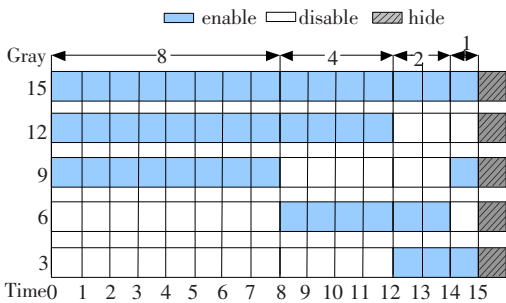


图 1 权值按位灰度扫描示意图

Fig. 1 Bit-weights gray scanning sketch

与传统方式相比,权值按位扫描可以利用较长的扫描时间间隔对其他的像素点进行扫描,从而实现扫描效率的提高。由于像素显示效果与最终的权值叠加和有关,因此改变不同像素的权值排列并加以组合可以达到很高扫描利用率。将拥有相同权值序列的像素点作为一个子空间^[3],同样以上文屏幕为例,当划分为 30 个子空间时,有效扫描次数为:

子空间数×(位数+1)=30×(8+1)=270

实际扫描时间为:

2^{位数}+子空间数-1=256+30-1=285

可以得出扫描利用率为:270/285×100%=

94.74%。同样时钟频率降低为:

时钟频率(pclk)=刷新频率×行数×每行像素数×(实际扫描时间/子空间数)/数据位

即:pclk =100×240×320×(285/30)/8=

9.12 MHz

与传统扫描法相比,时钟频率降低了 96.28%。

3 子空间以及权值序列的推导

由于扫描单元一次只能扫描一个子空间,权值按位扫描需要优化子空间的划分数量和安排不同子空间的权值序列以避免发生扫描时间冲突的情况。

3.1 遍历搜索策略

使用 MATLAB 对各种可能的划分进行遍历,同时排除掉各种错误和冲突情况。

设权值位数为 n ,子空间数为 m ,那么 m 的最大值为 $Q[(2^n-1)/n]$ 。权值从大到小的排列为 $2^{(n-1)} \sim 2^{(0)}$,共 n 个。对于单个子空间来说,可能的组合方式有 $n!$ 种,对于 m 个子空间的组合方式共有 $(n!)^m$ 种。

以 8 级灰度为例,权值位数从高到低分别为 4,2,1,最大子空间数 $m=Q[(2^3-1)/3]=2$ 。每个子空间可能的排列方式为 3!,总的排列可能性为 $(3!)^2=36$,需要从中选出适合要求的排列组合。本文采用图表的形式表示,如图 2 所示。

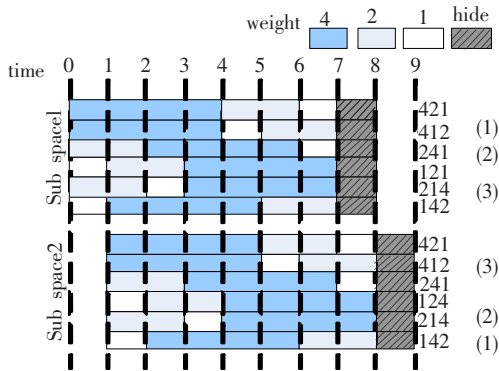


图 2 8 级灰度权值全排列

Fig. 2 Full permutation of the 8 bit gray

由图 2 可知,每一个子空间的权值排列方式有 6 种,对于一个子空间完成扫描需要 4 次扫描(包括一次消隐扫描),经历 8 个时间单位。两个子空间之间存在着一个时间单位的间隔。由于在每次的扫描时间点只能对一个子空间进行扫描操作,

因此我们通过遍历在图中查找到了满足要求的 3 种组合方式(扫描矩阵)(见表 1)。

表 1 3 位权值扫描矩阵
Table 1 Scan matrix of 3 bit gray

1	2	3
$\begin{bmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 1 & 4 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 4 \\ 4 & 1 & 2 \end{bmatrix}$

遍历搜索的优点是算法简单、直接,适用性好,检索全面,扫描效率高。同时也带来了高灰度级遍历时间长的缺点。当 n 取 8 位时, m 最大值为 31,全部的排列方式为 $(8!)^{31} = 5.9 \times 10^{142}$,依靠现有的计算机每秒 10 亿次的计算能力需要 1.87×10^{126} 年,这显然无法让人接受。

3.2 对称权值迭代策略

对称权值迭代策略是在现有的符合条件的低灰度级子空间权值排列的基础上加以变换而推导得出的。通过对遍历得到的扫描矩阵进行分析,可以发现具有对称结构的矩阵具备迭代的特征,灰度级较低的两个对称矩阵可以迭代成为一个较高灰度级的扫描矩阵,具体过程如图 3 所示。

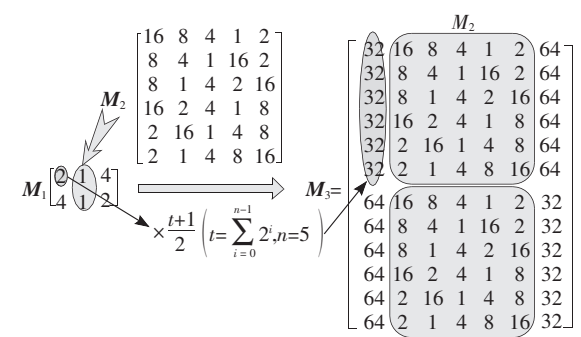


图 3 对称权值迭代示意图

图 3 中 M_1 和 M_2 分别代表低级和中级对称权值扫描矩阵,本例中权值为 3,4。 M_3 为所求得的高级矩阵。将 M_1 矩阵中的 1 由 M_2 替换, M_1 的其他非 1 权值(如图 3 中的数字 2)变为原有权值的 $(t+1)/2$ 倍(t 为 M_2 权值总和, $t = \sum_{i=0}^{n-1} 2^i$)并将其数量扩大为 M_2 的行数,这样就可得到矩阵 M_3 。 M_3 可以变为 M_2 按照以上方法继续迭代进入 M_1 中。

对称权值迭代的优点是权值线性度较佳,推

导简单,可以由低灰度级推广到高灰度级。与遍历法相比,运算量明显减少。同时带来的问题是效率提升较低,以对称权值递推得到的 64 级灰度扫描矩阵为例,子空间数为 6 个,扫描效率为 60.9%(包括消隐扫描),随着灰度的不断提高,效率与遍历法相比还将进一步降低^[4,5]。表 2~表 4 给出了 3 种扫描方式的性能比较(表中数据皆以分辨率为 320×240 ,刷新频率为 100 Hz,数据线为 8 位的显示屏为例)。

表 2 常规扫描法的效率和帧频
Table 2 Efficiency and frame rate of traditional scan method

灰度等级	子空间数	效率(%)	帧频(MHz)
16	1	31.25	15.36
64	1	10.94	61.44
256	1	3.52	245.76
1 024	1	1.07	983.04

表 3 遍历搜索法的效率和帧频
Table 3 Efficiency and frame rate of traversal search method

灰度等级	子空间数	效率(%)	帧频(MHz)
16	3	83.3	5.76
64	10	95.9	7.00
256	30	94.7	9.12
1 024	72	72.3	14.60

表 4 对称权值迭代法的效率和帧频
Table 4 Efficiency and frame rate of weight-symmetry iterate

灰度等级	子空间数	效率	帧频(MHz)
16	3	83.3	5.76
64	6	60.9	11.04
256	20	65.5	13.20
1 024	40	41.4	25.51

3.3 遗传算法推导策略

针对上文两种算法的各自缺陷,本文采用了遗传算法用于扫描矩阵的推导。遗传算法的思想就是根据随机抽取的初始种群通过不断的评价、惩罚达到进化的目的,实现的关键就是设计染色体和相应的适应度函数。

3.3.1 染色体的设计

将各个子空间的扫描先后次序依次排列, 形成以子空间号组成的一维数组(包括消隐扫描), 不做扫描用 0 代替。以 8 级灰度为例, 染色体的组成如下:

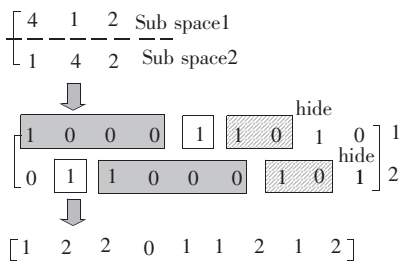


图 4 染色体的设计
Fig. 4 Design of chromosome

3.3.2 适应度函数的设计

在本文的推导中使用了惩罚函数作为每一代的染色体的评价标准。考虑到染色体的随机性, 惩罚函数需要在以下几个方面加以约束:

- (1) 每个子空间的权值, 具体为染色体中相同数字数量必须相等且等于要求值, 其惩罚函数设为 f_1 ;
- (2) 每个子空间的权值, 具体为染色体中相同数字的间隔必须完备, 其惩罚函数设为 f_2 ;
- (3) 由染色体变换成的扫描矩阵不能出现扫描冲突, 其惩罚函数设为 f_3 。

算法所得的结果必须要同时满足以上所有条件, 因此总的惩罚函数为三者的积, 即 $F = f_1 \times f_2 \times f_3$ 。

以 8 位灰度级为例, 总的灰度为 255, 通过遗传算法搜索得到的一个染色体为 [1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 10 8 5 5 0 5 9 0 3 4 9 9 3 9 3 3 10 4 10 4 4 5
1 2 4 5 10 6 7 7 10 6 6 8 6 8 8 7 1 2 2 7 6 7 8 9 1
3 2 0 1 1 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10], 经过逆转换, 所得的扫描矩阵为图 5。

32	16	8	4	1	2
32	16	1	8	4	2
16	4	2	1	32	8
16	8	2	1	4	32
8	1	2	16	4	32
32	4	1	2	8	16
32	1	8	4	2	16
4	32	2	1	8	16
8	4	1	2	32	16
1	16	2	8	4	32

图 5 8 位权值扫描矩阵
Fig. 5 Scan matrix of 8 bit gray

遗传算法可以看成是优化的遍历搜索策略, 它的优点在于搜索速度快, 扫描效率不会随着灰度级的提高而降低, 与遍历搜索一致。同时带来的缺点是无法得到某级灰度的完整扫描矩阵, 在调整惩罚函数的影响因子时也会遇到很大的麻烦。

4 结 论

以降低帧频、提高灰度等级为目标, 介绍了 3 种扫描矩阵的推导, 在保证图像线性度的基础上大幅提高了扫描效率。在具体实现方面, 可以将推导的优化扫描矩阵储存在整个扫描系统的 ROM 表中作为扫描依据, 直接改变 ROM 表的内容就可以改变扫描策略, 用于不同的显示场合。

参 考 文 献:

[1] Chung Kyuha, Hong Mun Pyo, Kim Chi Woo, Needs and solutions of future flat panel display for information technology industry [C]//IEDM'02 Digest International, Sam Francisco: IEDM, 2002; 385-388.
[2] 廖志君, 郭太良. 平板显示器件的多种灰度显示方案 [J]. 龙岩学院学报, 2005, 23(3): 35-37.
[3] 华敏, 孟迎军. 高密度 LED 显示屏灰度显示方案设计 [J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2002, 23(5): 78-81.
[4] 高鸿锦, 董友梅. 液晶与平板显示技术 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2007.
[5] 严利民, 王浩, 金晨, 等. 平板显示器的灰度显示优化结构 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(5): 567-571.