

文章编号 1004-924X(2010)08-1877-09

# 应用灰度控制减轻平板显示器中运动图像的拖尾

林 琳<sup>1,2</sup>, 乔彦峰<sup>1</sup>, 苏宛新<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

**摘要:**为了减轻平板显示器 (FPD) 中运动图像的拖尾现象, 提出了一种模拟阴极射线管 (CRT) 灰度复现过程的灰度控制算法。首先, 介绍了 FPD 的基本概念, 阐述了目前减轻拖尾现象的主要技术——插黑技术; 在阐明运动图像产生拖尾现象原因的基础上, 分析了 FPD 和 CRT 显示运动图像时人眼的工作过程以及某一像素的灰度复现过程。然后, 根据算法推导, 说明了算法的实现步骤, 对比了采用传统的灰度控制算法和文中提出的灰度控制算法的显示效果。最后, 介绍了 VHDL 语言编写的执行主程序和详细的复现过程。实验结果表明, 当 FPD 显示运动图像时, 其成像质量得到了明显改善, 拖尾现象减轻约 90%, 符合人眼反射机理, 且没有亮度损失。另外, 该算法运算量少, 不占储存空间, 易于硬件实现。

**关键词:**平板显示器; 运动图像; 拖尾; 灰度

**中图分类号:** TN27 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/OPE.20101808.1877

## Reduction of trailing for moving images in FPD by grayscale control

LIN Lin<sup>1,2</sup>, QIAO Yan-feng<sup>1</sup>, SU Wan-xin<sup>1</sup>

(1. *Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,*  
*Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;*

2. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*)

**Abstract:** To reduce the trailing phenomena for moving images in a Flat Panel Display (FPD), a grayscale control algorithm which simulates Cathode Ray Tube (CRT) grayscale rendition process is proposed. Firstly, the basic concept of FPD is introduced and the current major technology of reducing trailing, Black Frame Insertion Technology, is explained. Then, the reasons of trailing phenomena from moving images are introduced and the work processes of human eyes when moving images are displayed on CRT and FPD are illuminated and the grayscale rendition of a pixel is obtained. Furthermore, based on algorithm derivation, the algorithm realization steps and compared experiment results of traditional and proposed FPD grayscale control algorithms are discussed. Finally, the main program implemented with Very-High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language (VHDL) is presented and the specific rendition process is described. Experimental results indicate that the image quality is evidently improved and the trailing phenomena have been reduced to nearly 90% when the

收稿日期: 2009-10-15; 修订日期: 2010-01-15.

基金项目: 国家 863 高技术研究发展计划资助项目 (No. 2008AA7034320B)

moving images are displayed by the FPD. The result meets the eye reflection mechanism. Moreover, the algorithm has advantages in less operation and storage space and is easy to be implemented by hardware.

**Key words:** Flat Panel Display(FPD); moving image; trailing; grayscale

## 1 引言

平板显示器(Flat Panel Display, FPD),即屏幕呈平面的显示器,也可定义为,对角线的长度与整机厚度之比大于 4:1 的显示器件。目前主流的平板显示器主要有液晶显示器(Liquid Crystal Display, LCD)、等离子显示器(Plasma Display Panel, PDP)、有机电致发光显示器(Organic Light Emitting Display, OLED)、表面传导发射显示器(Surface-conduction Electron-emitter Display, SED)等。平板显示器与传统的阴极射线管(Cathode Ray Tube, CRT)相比,具有薄、轻、功耗小、辐射低、有利于人体健康等优点,已经逐渐发展为显示器中的主流产品<sup>[1-2]</sup>。尽管平板显示器与阴极射线管相比有诸多优点,但是由于平板显示器的一些显示特性,使其在显示运动图像时可能出现拖尾现象,影响图像的显示质量<sup>[3-5]</sup>。

当前,插黑技术是减轻 FPD 拖尾现象最常见的方法,最早应用在电影上。在 FPD 中通过其视频控制系统中专用的或者可编程的控制芯片周期性地在两帧画面中插入全黑画面,从而避免由人眼的这种特殊机理而导致的画面切换时边缘出现的模糊效果,减轻了 FPD 的拖影现象。在传统的灰度控制算法中加入该技术后可以将 FPD 的拖尾现象减轻 80%<sup>[6-7]</sup>。但是由于在显示过程中插入了大量的黑色画面,会使 FPD 的亮度有所降低,在显示效果方面也会对画面的色彩有一定的影响,使其应用受限<sup>[8]</sup>。

为进一步减轻平板显示器中运动图像的拖尾现象,改善其显示效果,本文通过分析 FPD 和 CRT 不同的灰度复现过程,阐明了 FPD 中运动图像可能会出现拖尾现象而在 CRT 中不会出现这种现象的原因,进而提出了一种模拟阴极射线管灰度复现过程的平板显示器的灰度控制算法。该灰度控制算法可在将拖尾现象减轻 90% 的同时没有亮度损失。同时由于该算法是从 FPD 的基本显示特性出发,通过改进 FPD 的灰度复现过

程减轻拖尾现象的,因此适合于所有类型的 FPD。

## 2 拖尾产生的原因

运动图像拖尾是由于人眼的反射机理也称视动震颤机理造成的<sup>[9-11]</sup>,这种机理促使人眼在观看运动图像的过程中把追逐到的运动目标固定在视网膜上。也就是说人眼观察到的图像会在视网膜上停留一段时间,如图 1 所示,根据这种机理在黑色背景下,一个白色圆盘快速移动,其中虚线画出的圆盘就是人眼在观察移动目标的过程中,视网膜上实际成像的情况。当人眼观察的移动目标从当前状态转换到下一个状态时,如果该目标的移动速度过快,人眼来不及调整,就会产生拖尾现象。

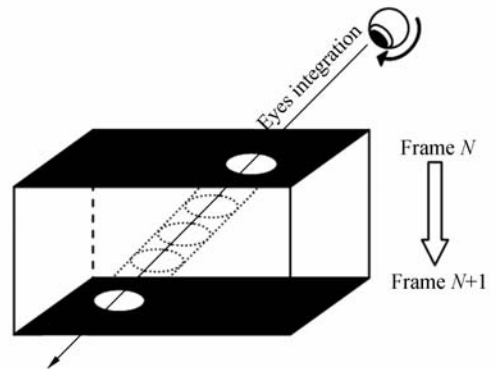
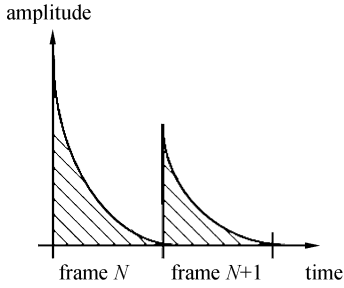


图 1 一个移动目标实际的移动情况和人眼的判断情况  
Fig. 1 Real moving situation and human eyes judging for a moving object

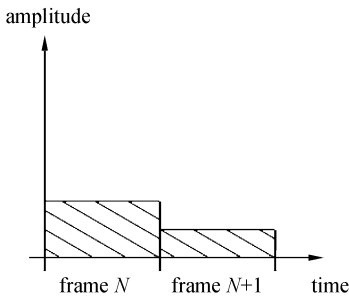
CRT 中某一像素的发光时间和强度取决于荧光粉的发光时间和发光强度,而 FPD 中某一像素的发光时间和发光强度取决于该像素被选通的时间长短。由此可以看出,CRT 和 FPD 灰度复现的过程是不同的。图 2 是显示一幅图像时,某一像素在连续两帧的时间内的灰度复现过程。其中图 2(a)是在灰度复现过程中 CRT 的某一像素的发光强度和时间的关系。图 2(b)是在该过程中 FPD 的某一像素的发光强度和时间的关系。

假设显示一帧图像的时间是 20 ms,如图 3



(a) CRT 上灰度复现过程

(a) Grayscale rendition process on CRT



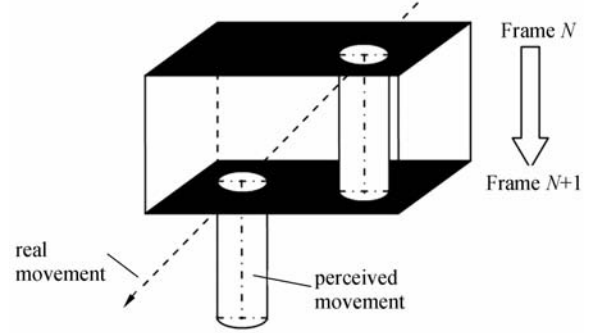
(b) FPD 上灰度复现过程

(b) Grayscale rendition process on FPD

图 2 某一像素的灰度复现过程

Fig. 2 Grayscale rendition processes of a pixel

所示。首先分析观看 CRT 上显示画面时人眼的工作过程,在 1~10 ms 人眼看到的是一幅完整清晰的画面;在 11~20 ms,由于进入了荧光粉的余晖显示时间画面开始变暗;到 21~30 ms 第二帧图像出现,这时候人眼会在两帧图像之间进行平滑的过渡处理,并填补 11~20 ms 这段时间的图像。接着分析观看 FPD 上的显示画面时人眼的工作过程,在 1~10 ms 人眼看到的仍然是一副完整清晰的画面,但是在 11~20ms 人眼看到的画



(b) 人眼观看 FPD 上图像的工作过程

(b) Work process of human eyes in watching an image on FPD

图 3 人眼的工作过程

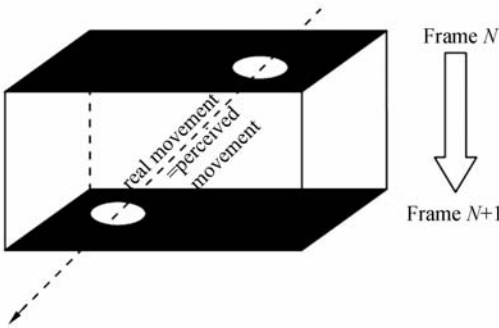
Fig. 3 Work process of human eyes

面和 1~10 ms 的是一样的,完全没有发光亮度上的渐变,这就导致在 21~30 ms 显示第二帧图像的时候,人眼会在 11~20 ms 和 21~30 ms 之间进行平滑的过渡处理,结果使第一帧和第二帧发生重合,看上去就有拖尾的感觉。

通过上面的分析可以看出 CRT 的灰度复现过程符合人眼的反射机理,人眼在识别运动图像时是不会存在任何问题的,而 FPD 的灰度复现过程则和这种机理相悖,人眼在识别运动图像时可能出现拖尾的现象<sup>[12-15]</sup>。

### 3 算法描述

由上文的描述可知,之所以在 FPD 上有运动拖尾现象而在 CRT 上没有这种现象,是由于 CRT 的灰度复现过程符合人眼的视动震颤机理,而 FPD 的灰度复现过程和人眼的这种机理相悖。因此可以在 FPD 中采用一种模拟 CRT 的灰度复现过程的算法来减轻 FPD 中运动图像的拖尾现象。当把一帧图像分成  $N$  ( $N \geq 2$ ) 个独立的连续子帧时,这帧图像就具有  $2^N$  级灰度表现能力。下面将以  $N=8$  为例对该算法做详细说明。如图 4 所示,一帧图像被分成 8 个连续子帧,分别为  $SF_1, SF_2, SF_3, SF_4, SF_5, SF_6, SF_7$  和  $SF_8$ ,对应的持续时间为  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7$  和  $D_8, 8$



(a) 人眼观看 CRT 上图像的工作过程

(a) Work process of human eyes when seeing image on CRT

个独立的数据  $C'(SF_1), C'(SF_2), C'(SF_3), C'(SF_4), C'(SF_5), C'(SF_6), C'(SF_7)$  和  $C'(SF_8)$  对应 8 个子帧的图像数据。

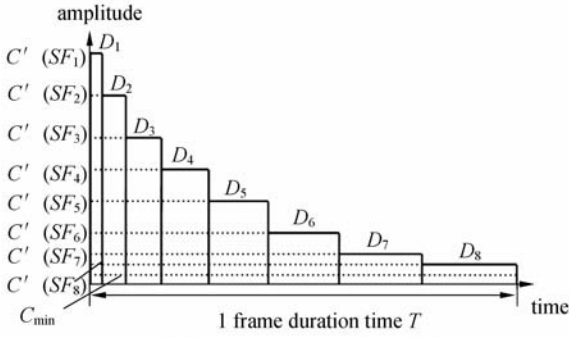


图 4 子帧的划分方式

Fig. 4 Subframe division mode

为了进一步阐述该算法,现对以下几种符号做简单的注解。

(1) 矩阵  $C(F)$  表示一帧图像数据,它由  $m$  行  $n$  列组成。 $C(F)$  中的各个元素表示一帧图像在各个位置上的灰度分布情况。

$$C(F) = \begin{bmatrix} C_{11}(F) & C_{12}(F) & \cdots & C_{1n}(F) \\ C_{21}(F) & C_{22}(F) & \cdots & C_{2n}(F) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{m1}(F) & C_{m2}(F) & \cdots & C_{mn}(F) \end{bmatrix} \quad (1)$$

(2) 矩阵  $C(SF_i)$  表示子帧划分后,第  $i$  个子帧的图像的灰度分布情况。其中  $SF_i$  表示第  $i$  个子帧,各个子帧之间满足条件  $C_{mm}(SF_{i+1}) < C_{mm}(SF_i)$ 。

$$C(F_i) = \begin{bmatrix} C_{11}(SF_i) & C_{12}(SF_i) & \cdots & C_{1n}(SF_i) \\ C_{21}(SF_i) & C_{22}(SF_i) & \cdots & C_{2n}(SF_i) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{m1}(SF_i) & C_{m2}(SF_i) & \cdots & C_{mn}(SF_i) \end{bmatrix} \quad (2)$$

(3)  $C'(SF_i)$  同样表示第  $i$  个子帧对应的图像数据,是为了方便下文的算法描述而提出的  $C_{mm}(SF_i)$  的简化形式。它同样满足条件  $C'(SF_{i+1}) < C'(SF_i)$ 。

(4)  $L_j$  表示在 FPD 中采用传统的灰度复现算法时,第  $j$  灰度级的持续时间。

(5)  $D_i$  表示第  $i$  个子帧的持续时间。

(6)  $T$  表示一帧图像的持续时间。

(7)  $C_{min}$  称作第一起始值,表示只有当显示数据  $C'(SF_i) > C_{min}$  时,像素才能被点亮。

(8)  $C_{blank}$  称作截止值,表示当显示数据  $C'(SF_i) = C_{blank}$  时像素不被点亮,  $C_{blank} < C_{min}$ 。

(9)  $C_{max}(SF_i)$  表示第  $i$  个子帧对应的图像数据的最大值。

根据上面的描述,建立数学表达式(3)和(4)。其中,  $Q[\ ]$  是一个取整函数,  $\lambda_{CRT}$  是 CRT 中的一个灰度级校正系数,一般取  $\lambda_{CRT} = 2.2 \sim 2.3$ 。  $g$  表示灰度级数,这里取  $g = 255$ ,表示显示器有 0~255 共计 256 级的灰度表现能力。

$$\begin{cases} S_{mm} = Q\left[\left(\frac{C_{mm}(F)}{2^g}\right)^{\lambda_{CRT}} \cdot g\right] \\ \sum_{i=1}^8 C_{mm}(SF_i) \cdot D_i = \sum_{j=1}^8 S_{mm} \cdot L_j \\ \sum_{j=1}^g D_j = T \\ \sum_{j=0}^g L_j = T \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^8 C_{kl}(SF_i) = C_{kl}(F) \\ \left\{ \begin{array}{l} C_{kl}(SF_{i+1}) < C_{kl}(SF_i) \\ \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n C_{kl}(SF_{i+1}) < \sum_{k=1}^m \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n C_{kl}(SF_i) \end{array} \right. \\ \sum_{i=1}^8 \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n C_{kl}(SF_i) \cdot D_i = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n C_{kl}(F) \end{cases} \quad (i = 1 \cdots 7) \quad (4)$$

公式(3)中第一部分是根据不同灰度级划分子帧的计算过程,它表示在显示一帧图像的过程中,根据当前灰度级对应的显示数据  $C_{mm}(F)$  和最高灰度级对应的显示数据  $2^g$  的比值,以及 CRT 像素的发光强度在灰度复现时的渐变趋势,对 FPD 中每一种灰度情况所占比例模拟 CRT 的灰度渐变方式进行重新划分。 $S_{mm}$  表示重新划分后的显示数据。公式(3)中的第二、三、四部分都是第一部分的约束条件。其中第二部分表示划分前一帧图像总的信息量是不变的;第三和第四部分表示划分前后显示一帧图像所用的时间是相同

的。根据公式(3)可以得到子帧的划分情况,根据划分后的子帧就可以在 FPD 中实现和 CRT 相似的灰度复现过程。同时还可以计算矩阵  $C(F)$  中各个元素的划分结果,从而得出一帧图像划分成 8 个子帧之后,8 个子帧在各个位置上的灰度分布情况。公式(4)给出了对一帧图像做子帧划分的过程中,每一个子帧在每一个位置上的灰度分布情况,同时还给出了划分后的子帧之间的关系以及这些子帧和原始的一帧图像之间的关系。其中第一部分表示一帧图像在被划分成 8 个子帧后,每一个子帧中,每个像素对应的显示数据的总和大小等于划分前该像素对应显示数据的大小;第二部分是划分 8 个子帧的约束条件;第三部分表示划分后的 8 个子帧的显示数据的总和大小等于划分前一帧图像显示数据总和的大小。根据公式(3)和(4)可以得到一帧图像的子帧划分方式以及每个子帧的灰度分布情况。

#### 4 算法实现步骤及实验结果对比

根据上面描述的数学表达式(3)和(4),将这种减轻运动图像拖尾的算法用硬件描述语言来实现。该算法主要通过 4 个步骤来实现:

(1)根据公式(3)对从存储器中读出的每一帧图像数据重新计算和归类,初步确定子帧的划分方式,以达到模拟阴极射线管灰度复现过程的目的。

(2)根据第(1)步初步确定的子帧划分方式,结合公式(4)运算出一帧图像在每一个位置上的子帧划分结果,确定每一子帧的灰度分布情况。

(3)灰度复现和优化程序。根据第(2)步的计算结果完成灰度复现过程。同时对程序做一些优化工作,比如当显示器的显示内容为全黑时,图像数据可以不做(1)和(2)中的处理,直接控制显示器为全黑即可。

(4)加上一些控制信号,从而保证该算法可以直接嵌入到不同类型的 FPD 视频控制系统中。

下面是根据上述步骤实现该算法时用 VHDL 语言编写的主程序。

表 1 执行主程序

Tab. 1 Implemented main program

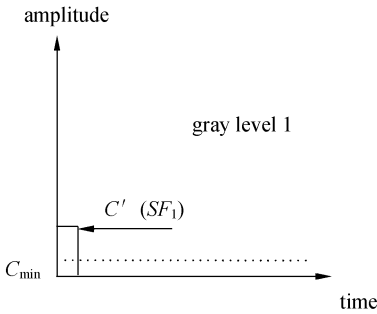
```

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.std_logic_unsigned.all;
entity grayscale_rendition is
port(pr,pg,pb:in std_logic_vector(7 downto
0);
    clk:in std_logic;
    ctrp:in std_logic_vector(2 downto 0);
    qr,qg,qb:out std_logic;
    sub:out std_logic_vector(2 downto 0);
    endq:out std_logic_vector(2 downto 0));
end grayscale_rendition;
architecture subframe of grayscale_rendition is
    signal mr,mg,mb: std_logic_vector(7
downto 0);
    signal con:integer range 0 to 255;
begin
    mr<=div_sub(pr,ctrp,clk);
    mg<=div_sub(pg,ctrp,clk);
    mb<=div_sub(pb,ctrp,clk);
    con<=div_sub(ctrp,clk);
    sub<=div_sub(ctrp,clk);
    qr<=gray_rend(mr,ctrp,clk,con);
    qg<=gray_rend(mg,ctrp,clk,con);
    qb<=gray_rend(mb,ctrp,clk,con);
    endq<=gray_comd(ctrp,con,con);
end subframe;

```

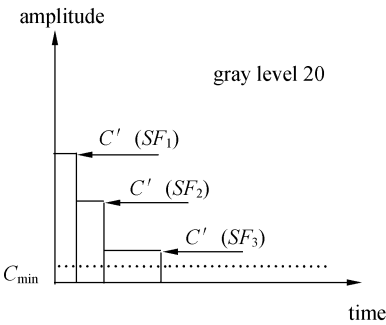
其中, pr, pg, pb 分别是红绿蓝的显示数据,这些数据一般缓存在固定的存储单元中,在显示图像时,由视频控制系统的主控部分从这些存储单元中将显示数据读出。clk 为视频控制系统提供的系统时钟。ctrp 是视频控制系统给出的一组控制信号,用来协调该模块和其它模块之间的工作顺序。函数 div\_sub 实现子帧的划分,主要是完成步骤(1)和(2),同时生成用于完成灰度级复现过程的一些控制信号,函数 gray\_rend 是根据 div\_sub 的运行结果实现灰度复现,同时函数 gray\_rend 还承担着程序优化的任务,主要完成步骤(3)。函数 gray\_comd 用来输出在这种灰度复现过程中以及这种过程完成之后的一些控制信号 sub 和 endq,这些信号主要是用来协调 FPD 的视频控制系统的主控部分和该算法的工作过程的,

对应的是步骤(4)。图 5 给出了根据该程序的运行结果得出的灰度级 1, 20 和 255 的复现过程示意图。



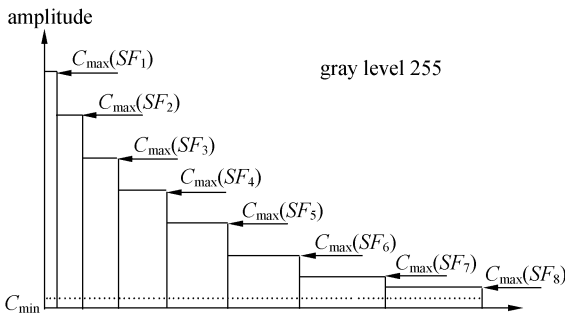
(a) 灰度级 1 的复现过程

(a) Grayscale rendition process of gray level 1



(b) 灰度级 20 的复现过程

(b) Grayscale rendition process of gray level 20



(c) 灰度级 255 的复现过程

(c) Grayscale rendition process of gray level 255

图 5 灰度复现过程

Fig. 5 Grayscale rendition processes

当  $i=1, 2, 3$  时,  $C'(SF_1) > C'(SF_2) > C'(SF_3) > C_{min}$

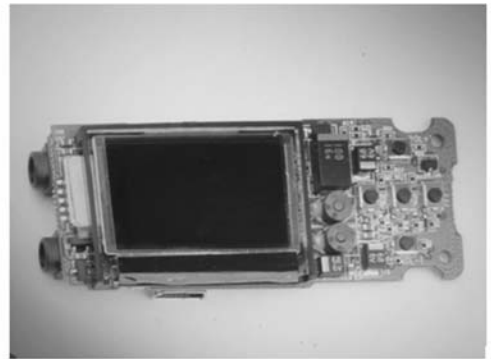
当  $i=4, 5 \dots 8$  时,  $C'(SF_i) = C_{blank}$

当灰度级为 255 时

$C'(SF_1) > C'(SF_2) > C'(SF_3) > C'(SF_4) > C'(SF_5) > C'(SF_6) > C'(SF_7) > C'(SF_8) > C_{min}$

$C'(SF_i) = C_{max}(SF_i)$

为了验证这种算法的可行性, 本文将 grayscale\_rendition 嵌入到一个 OLED 视频控制系统中, 这套 OLED 视频控制系统由视频接收系统、视频处理系统和视频发送系统组成。其中, 视频接收系统用来接收数据源发出的图像信息, 同时将这些图像信息缓存到存储器中。视频处理系统主要是对这些图像信息做诸如灰度控制、伽马校正、均匀化校正以及图像增强等处理, 以提高图像的显示质量。本文提出的灰度控制算法将嵌入到该系统中。视频发送系统则是根据不同型号的



(a) OLED 显示屏

(a) OLED screen



(b) 视频控制系统

(b) Video control system

图 6 实验系统

Fig. 6 Experiment systems

当灰度级为 1 时

当  $i=1$  时,  $C'(SF_i) > C_{min}$

当  $i=2, 3 \dots 8$  时,  $C'(SF_i) = C_{blank}$

当灰度级为 20 时

显示器发送不同形式的控制信号和图像信息完成显示过程,这里采用的 OLED 显示屏的分辨率为  $320 \times 240$ ,如图 6(a)所示。图 6(b)则是实验中使用的视频控制系统。

图 7 中的(a)和(b)分别是采用传统的灰度控制算法和本文提出的灰度控制算法,在 OLED 上播放时速高达 300 km/h 的 F1 赛车时,运动图像的显示效果。可以看出采用本文提出的灰度控制算法以后,赛车的拖尾现象明显减轻。



(a) 采用传统算法时的显示效果

(a) Display effect of traditional algorithm



(b) 采用本文提出的算法时的显示效果

(b) Display effect of proposed algorithm

图 7 OLED 显示效果对比图

Fig. 7 Plots of OLED display effect

虽然从上述实验结果可以直观地看出这种算法的优越性,但是其并没有对该算法进行数值分析,因此这里设计了第二组实验。实验的基本方法是,用专业相机在 OLED 播放的高速视频时,对图像数据做实时采集。同时对采集到的数

据做一定的处理,以提取每一帧图像数据。设原始的图像数据为

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \cdots & G_{1n} \\ G_{21} & G_{22} & \cdots & G_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G_{m1} & G_{m2} & \cdots & G_{mn} \end{bmatrix} \quad (m=240, n=320). \quad (5)$$

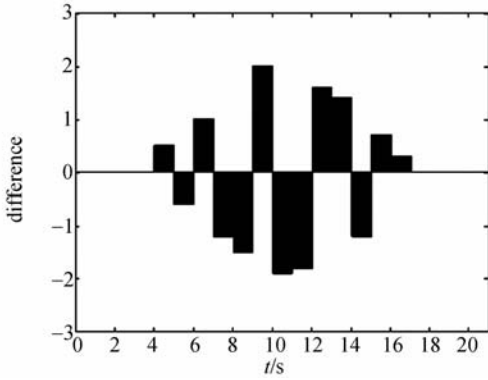
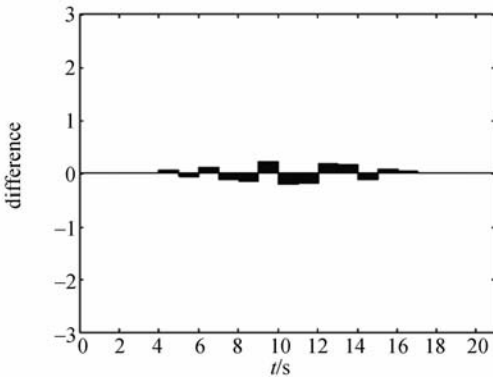
采集到的图像数据为

$$\mathbf{G}' = \begin{bmatrix} G'_{11} & G'_{12} & \cdots & G'_{1n} \\ G'_{21} & G'_{22} & \cdots & G'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G'_{m1} & G'_{m2} & \cdots & G'_{mn} \end{bmatrix} \quad (m=240, n=320). \quad (6)$$

将每一帧图像的  $\mathbf{G}$  和  $\mathbf{G}'$  相比较,两者的偏差越小,表明拖尾现象越轻,图像就越清晰。为了实验方便,这里采用的实验对象是一个运行速度从  $t=0$  开始每隔 1 s 增加 100 m/s 的球体,当球体的运行速度达到 1 000 m/s 时,又开始以同样的方式降速,当速度为 0 时整个过程结束。在这个过程中,当  $t=10$  s 和  $t=11$  s 时,球体的运行速度达到最大。在本实验中这个过程重复 50 次,专业相机对每一个运行状态采集 50 帧的数据。为了保证实验结果的准确性,这里对每一个运动状态采集的 50 帧的数据求平均值,得到矩阵。

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{\mathbf{G}} = \begin{bmatrix} \bar{G}_{11} & \bar{G}_{12} & \cdots & \bar{G}_{1n} \\ \bar{G}_{21} & \bar{G}_{22} & \cdots & \bar{G}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{G}_{m1} & \bar{G}_{m2} & \cdots & \bar{G}_{mn} \end{bmatrix} \quad (m=240, n=320) \\ \bar{G}_{kl} = (\sum_{i=1}^{50} (G'_{kl})_i) / 50 \\ k = 1 \cdots m \\ l = 1 \cdots n \end{array} \right. \quad (7)$$

公式(7)中  $(G'_{kl})_i$  表示采集到的第  $k$  行  $l$  列的像素在某一运动状态下第  $i$  帧的数据。图 8 中的(a)和(b)分别是采用传统的 FPD 灰度控制算法时  $\bar{\mathbf{G}}$  和  $\mathbf{G}$  的偏差和本文提出的灰度控制算法时  $\bar{\mathbf{G}}$  和  $\mathbf{G}$  的偏差。可以看出采用本文提出的算法后,  $\bar{\mathbf{G}}$  和  $\mathbf{G}$  的偏差只有采用传统算法时的 1/10 左右,在很大程度上减轻了运动图像的拖尾现象。

(a) 采用传统算法时  $\bar{G}$  和  $G$  的偏差(a) Difference between  $\bar{G}$  and  $G$  using traditional algorithm(b) 采用本文提出的算法时  $\bar{G}$  和  $G$  的偏差(b) Difference between  $\bar{G}$  and  $G$  using proposed algorithm图 8  $\bar{G}$  和  $G$  的偏差Fig. 8 Differences between  $\bar{G}$  and  $G$ 

## 5 结 论

本文提出了减轻 FPD 中运动图像拖尾的灰度控制算法,把一帧图像划分为  $N$  个子帧,实现了与 CRT 相似的灰度复现过程,提高了图像质量。通过在 OLED 视频控制系统中进行的 F1 赛车和运动小球这两个实验,验证了算法的有效性和可行性。实验结果表明,当 FPD 显示运动图像时,该算法减轻运动图像拖尾的效果非常明显。与传统的灰度控制算法相比,这种算法可以将运动图像的拖尾现象减轻近 90%,使显示画面具有良好的视觉感觉。由于该算法是通过子帧划分的方式模拟 CRT 的灰度复现过程来减轻拖尾现象的,与现有的插黑技术相比不会带来亮度上的损失。此外这种算法只需对图像数据做少量运算,不占用数据的存储空间,易于硬件语言描述,可以直接嵌入到 FPD 视频控制系统中,有利于工程实现。

## 参考文献:

- [1] SHIN H J, KWACK J. A novel driving system for high performance true color [J]. *FED*, 2001, 47 (16):802-805.
- [2] KIM J N, CHOI T S. Adaptive scan algorithm based on gradient magnitude for fast full search in motion estimation [J]. *IEEE*, 1999, 45 (3): 762-766.
- [3] CRITCHLEY B R, BLAXTAN P W, ECKERSLEY B. Picture quality in large-screen projectors using the digital micro-mirror [J]. *Society for Information Display*, 2008, 3(7):199-202.
- [4] KESSEL P F, HORNBECK L J, MEIER R E. A mems-based projection display [J]. *IEEE*, 2007, 86 (43):1687-1701.
- [5] WEITBRUCH S, CORREA C, ROY P L. Method for grayscale rendition AM-OLED [J]. *IEEE*, 2008, 25(9):702-706.
- [6] KIM J N, CHOI T S. Adaptive scan algorithm based on gradient magnitude for fast full search in motion estimation [J]. *IEEE*, 1999, 45 (4): 762-766.
- [7] JAMES C, GREESON J. Errors in ergonomic standards [J]. *Information Display*, 1998, 26(7): 26-29.
- [8] HE Y, HATTORI R J, KANICKI J. Improved a-Si TFT pixel electrode circuit for active-matrix organic light emitting displays [J]. *IEEE*, 2001, 48 (23):1322-1325.
- [9] 袁飞,黄联芬,姚彦,等.基于视觉掩盖效应和奇异值分解的图像质量评测方法[J]. *光学精密工程*, 2008, 16(4):706-713.

YUAN F, HUANG L F, YAO Y. Image quality e-

valuation based on visual masking effect and singular value decomposition [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2008,16(4):706-713. (in Chinese)

- [10] VENKATA N D, KITE T D, GEISLER W S. Image quality assessment based on a degradation model [J]. *IEEE*, 2000,9(6):636-650.
- [11] BART K, MARKUS L. A model of the perceived relative positions of moving objects based upon a slow averaging process [J]. *Vision Research*, 2007,40(16):201-215.
- [12] VRHEL M, SABER E, TRUSSELL H J. Color image generation and display technology [J]. *IEEE*, 2008,22(22):23-33.
- [13] RUDAK P, SAVAKIS A E, LEE Y C. Adaptive quantization of grayscale images [J]. *IEEE*,

2001,18(2):1023-1030.

- [14] 郭琰,张晔,谷延锋,等. 基于二代 Curvelet 变换和 ProbShrink 算法的红外图像背景抑制[J]. *光学精密工程*, 2008,16(10):1988-1994.
- GUO Y, ZHANG Y, GU Y F, *et al.*. Infrared image background suppression based on 2th generation Curvelet transform and ProbShrink algorithm [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2008, 16(10):1988-1994. (in Chinese)
- [15] 李仕,张葆,孙辉. 旋转运动模糊的实时恢复算法[J]. *光学精密工程*, 2009,17(3):648-654.
- LI S, ZHANG B, SUN H. Real-time restoration of image blurred by rotational motion [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2009, 17(3):648-654. (in Chinese)

#### 作者简介:



林琳(1983—),女,吉林人,博士研究生,2006年于长春理工大学获得学士学位,主要从事光电跟踪与测量技术、跟踪图像处理方面的研究。E-mail: linlinat830218@gmail.com



苏宛新(1962—),男,吉林长春人,研究员,硕士生导师,1985年于长春光机学院获得学士学位,主要从事光电跟踪与测量技术、跟踪图像处理等方面的研究。E-mail: swx123456@mail.jl.cn

#### 导师简介:



乔彦峰(1962—),男,吉林长春人,研究员,博士生导师,1985年于南京工学院获得学士学位,主要从事光电测控、瞄准、跟踪与测量技术,跟踪图像处理等方面的研究。E-mail: qiaoyf@ci-omp.ac.cn