

文章编号: 1005-8451 (2010) 09-0018-04

铁路车站旅客引导系统中 LED 视频显示系统的设计

张金奎

(郑州铁路局 洛阳火车站, 洛阳 471000)

摘要: LED视频显示系统采用 VGA 同步控制技术, 对计算机CRT显示器上的 VGA 信号和外来视频信号进行数字技术处理, 实时完成非线性视觉校正、数据重组和灰度变换。视频控制电路采用分布式扫描技术, 显示帧面被分成不同的单元独立进行扫描, 增强了显示的稳定性和传输的可靠性。

关键词: LED 视频显示系统; VGA 同步技术; 非线性视觉校正; LED 视频控制

中图分类号: U293.2 : TP39 **文献标识码:** A

Design on LED Video Display System in Passenger Guide System of Railway Station

ZHANG Jin-kui

(Luoyang Railway Station, Zhengzhou Railway Administration, Luoyang 471000, China)

Abstract: VGA synchronization control technology was used to process VGA signal in computer CRT display monitor and external video signal digitally, implemented misalignment visual adjustment, data reorganization and gradation transformation by LED Video Display System. Distributional scanning technique was used to divide the display frame surface into different unit by video control circuit. It was strengthened the stability and reliability for display.

Key words: LED Video Display System; VGA synchronization technology; misalignment visual adjustment; LED video frequency control

铁路车站为指示旅客有秩序地办理各种旅行手续, 在站前广场、进站口、售票厅、行包房、候车室、贵宾室、检票口、站台及天桥和地道等各个环节, 按旅客流线设置了一系列 LED 显示屏引导指示标志, 及时准确向旅客提供列车到发去向、到发时刻、候车地点、列车停靠站台、晚点变更等情况。这些大小不同、功能不一的各类 LED 显示屏组合的有机整体就构成了铁路车站旅客引导显示系统。

铁路车站旅客电子引导通常是以 LED 显示屏为显示媒介, 以视频控制技术为核心组成的动态信息显示系统的总称。根据铁道部“铁路车站旅客引导显示系统设置标准”[TB/T3303-2000]规定, 旅客引导显示系统主要由微机联网显示系统和 LED 多媒体大屏幕视频显示系统两部分组成。微机联网显示系统主要由若干单色条形显示屏联网组成, 以固定点阵形式显示车次信息。而多媒体大屏幕不仅能显示文字、图形, 还可以显示动画和视频图像, 大视角、高亮度、灰度层次细腻的画面能使成千上万的旅客同时观看, 作为新一代的信息

传播媒体自 90 年代问世以来在铁路车站发展迅速。LED 视频显示系统多媒体大屏幕主要设置在旅客聚集的广场、候车大厅、售票处等醒目处, 24 h 动态实时播放车次到发信息、票额剩余信息、旅行常识以及各种温馨提示画面, 播放的内容信息量大, 实时性强, 为旅客安全便捷出行提供了及时准确的电子图文信息。

本文就铁路车站旅客引导系统中 KING2000 256 级灰度 LED 多媒体大屏幕视频显示系统(以下简称 LED 视频显示系统)的设计为重点予以介绍。

1 LED 视频显示系统组成

LED 视频显示系统主要由多媒体计算机、LED 视频控制组件、数据传输接口和 LED 显示帧面等部分组成, 见图 1。

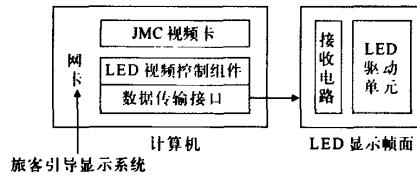


图 1 LED 视频显示系统

收稿日期: 2010-02-10

作者简介: 张金奎, 工程师。

1.1 多媒体计算机

由于 VGA 显示卡连接的是模拟显示器, 从 VGA 显示卡上无法直接取得数字 VGA 信号, 1 组 VGA 数字信号的同步获取成为 LED 视频显示技术实现的前提。因此, 需要在多媒体计算机安装 1 块 JMC-VIDEO 视频卡, 用于向 LED 视频控制组件提供 1 组实时 VGA 数字信号。

1.2 LED 视频控制组件

LED 视频控制组件是 LED 视频显示系统的核 心, 负责接收来自 JMC-VIDEO 视频卡的一组数字 视频信号, 实时完成非线性视觉校正、数据重组和 灰度变换, 产生 LED 显示屏所需的串行数据信号 和扫描控制时序。

1.3 数据传输接口

数据传输接口是指 LED 视频控制组件与 LED 显示帧面之间的数据传输通道。LED 视频控制组件输出的串行数据信号和扫描控制信号经过差分驱动电路传输, 在 LED 显示屏一端, 经差分接收 电路卸载后, 送至 LED 显示帧面。

2 LED 视频显示系统关键技术与实现原理

LED 视频显示系统的核心是 VGA 同步技术、 非线性视觉校正卡和 LED 视频控制器 3 部分。 JMC-VIDEO 多媒体视频卡 (以下简称视频卡) 是 实现 VGA 同步技术比较典型的解决方案。

2.1 JMC-VIDEO 视频卡

视频卡主芯片采用 PC VIDEO 视频窗口控制 芯片。PC VIDEO 提供窗口缩放、裁剪和缓存功 能。图 2 是 JMC-VIDEO 视频卡原理框图。

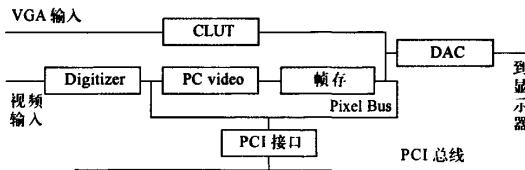


图 2 JMC-VIDEO 视频卡原理框图

视频卡将视频信号转换为数字信号, 与 VGA 信号叠加后在 VGA 上显示, 过程如下: 模拟视频 信号经过模数转换后变为 8 bit 数字混合视频信号, 再经过解码变为 YUV 4:2:2 信号, 最后通过彩 色空间变换, 将 YUV 信号转换成 16 bitRGB 信号。

RGB 信号经过窗口控制器的缩放裁剪和图像定位后送入帧存, 与从 VGA 输入的数字信号 (经彩色 查找表变为 16 bitRGB 信号) 叠加, 经过数模转换, 最后在 VGA 上显示。这样也就实现了视频信号在 VGA 上的开窗显示。

2.2 非线性视觉校正卡

非线性视觉校正卡的主要功能是对来自视频 卡上的 RGB 数字信号进行非线性视觉校正。这 是一种对比度调节和亮度调节的图像增强技术, 对 于改善 LED 显示屏图像质量起着重要作用。

2.2.1 非线性视觉校正原理

为了把一幅图像的灰度层次显示出来, 需要把 图像上的每个像素的颜色根据其亮度量化成相 应的电信号, 量化数是用二进制数, 即 0 和 1 来表 示, 对于 256 级灰度的量化, 要用 8 bit 二进制来 表示, 那么 R、G、B 三色的亮度量化共需 24 bit 二进制来表示。LED 显示屏通常是将其量化值转 化为单位时间内显示的时间长短来调制灰度, 人 眼对亮度的感觉是一个积分效果, 因此对不同的 数据, 点亮的时间越长, 平均亮度就越大。

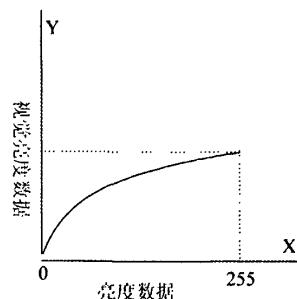


图 3 LED 光电特性曲线

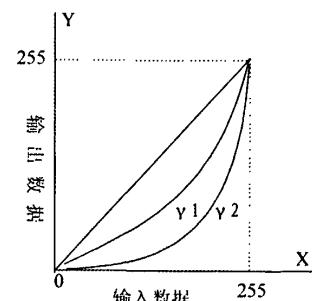


图 4 对比度调节曲线

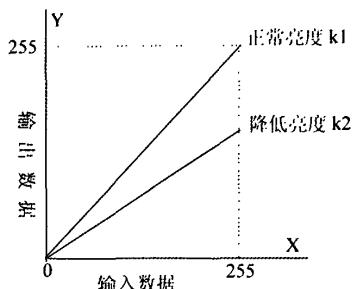


图5 亮度调节曲线

图3是LED光电特性曲线。由图可见,亮度数据与实际亮度为非线性,正是由于LED的非线性光电特性,在数据为‘11111111’时的亮度并不是数据为‘00000001’时的255倍。为确保显示图像不失真,或者说为了得到一个较好的显示效果,就必须对此非线性的曲线进行补偿校正,使之近似于线性。即所谓的 γ 校正。从显示效果讲, γ 校正可将图像中的灰度区间加以扩展,使相邻灰阶之间的间隔拉开,从而使人眼本来察觉不到的信息差别可以被分辨出来。同时也可以减小亮度数据达到调节亮度的目的。图4是对比度调节曲线,图5是亮度调节曲线。

(1) 对比度调节

对比度的调节可用如下算法实现:

$$Y=256 \left(X \div 256 \right)^\gamma$$

其中, Y 为输出 8 bit 二进制亮度数据, X 为输入 8 bit 二进制亮度数据, γ 为调节变量, γ 的变化可改变图4曲线的曲度,适当的 γ 值可使显示效果最佳。

(2) 亮度调节

亮度的调节可用如下算法来实现:

$$Y=K \times X$$

其中, Y 为输出 8 bit 二进制亮度数据, X 为输入 8 bit 二进制亮度数据, K 为直线的斜率。

(3) 对比度与亮度同时调节

对比度与亮度同时调节的算法如下:

$$Y=K \left(X \div 256 \right)^\gamma$$

其中, Y 为输出 8 bit 二进制亮度数据, X 为输入 8 bit 二进制亮度数据, K 、 γ 为变量。当 K 与 γ 同时变化时,对比度与亮度能同时调节。由于 LED 显示屏驱动电路是以最高亮度来设计的,因此在校正后,最高亮度只能降低,即 $\gamma \leq 256$ 。

2.2.2 非线性视觉校正的实现

从前节的分析中不难发现,对比度与亮度的调节是以牺牲亮度和减少灰度级为代价的。尤其图4所示的调节方法,亮度牺牲明显较大。为保证显示画面仍有较高的亮度,KING2000采取了S曲线调节方法加以弥补和改善,以保证高亮度区的亮度牺牲较小,低亮度区的相邻灰阶间隔充分拉开。图6是在非线性视觉校正卡上使用的S曲线J曲线校正。

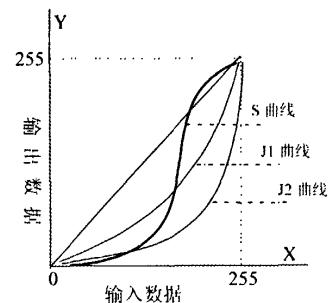


图6 S曲线J曲线校正

非线性视觉校正卡采用3片超大规模可编程逻辑芯片M4-128N(CPLD),针对R、G、B三基色的256级灰度数据信息,对每种颜色均具有4档校正深度,S曲线J曲线校正用硬件拨码开关切换,迅速而方便,显示效果直观。经实际运用后,LED图像显示质量有明显提高。虽然一定程度上牺牲了亮度和灰度等级,但是在256级灰度的情况下,进行数据修正可确保有满意的图像质量。

2.3 LED视频控制器

LED视频控制器采用分单元扫描控制的方法,通过数据重组,增加数据处理和数据传输的通道,降低数据的传输速度,从而成功地解决了高频数字信号的长距离传输这一“瓶颈”问题。

2.3.1 分单元控制原理

LED视频控制器一般以16行扫描线作为一个显示控制单元区,将LED显示屏划分为若干单元区。来自视频卡的一组VGA数字信号经过数据重组和灰度变换,对应每个显示单元区,产生一组所需的串行显示数据和扫描控制时序,从而实现分单元扫描控制,如图7。

从视频卡上取得的数字视频信号按照LED显示屏的分区结构写入各单元区的SRAM(显示缓冲存储器)中,再由同步控制电路将各单元区的

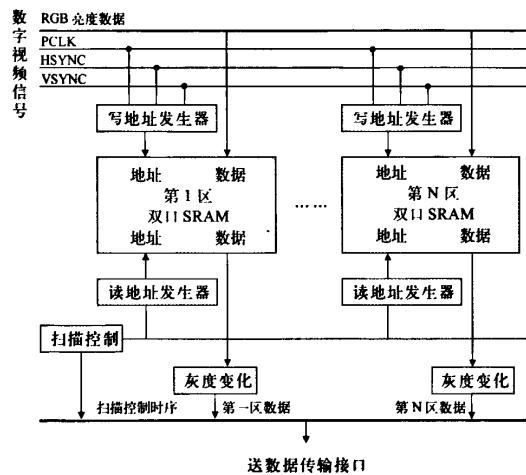


图 7 LED 视频控制器分单元控制原理框图

SRAM 内容同时读出。各单元区的 SRAM 在逻辑上是连续的,但在物理上是分离的,并且该 SRAM 必须设计为一个双端口 SRAM,一方面数字视频信号可以根据行、场同步信号将相应单元区域的内容写入,另一方面 LED 视频控制器的同步控制电路产生的地址及读控制信号又能将各 SRAM 中的内容同时读出,经灰度变换后送至数据传输接口。

2.3.2 分时显示灰度变换

由于人的视觉特征,人眼对某亮点的感觉不仅与该点的亮度有关,还与该点被点亮的时间长短有关,因此发光管的亮度还可以通过控制二极管点亮的时间(占空比)来实现灰度层次。

为了让 LED 显示出 256 级灰度层次,可将显示时间均分成 256 等份。对于不同的数据,点亮的时间不同,高电平时对应的点亮时间长,平均亮度自然要大。由于人眼对亮度的感觉在一定程度下是一个积分效果,所以考虑到视觉因素的影响,数据为 11111111 时亮度并不是数据为 00000001 时的 255 倍,但可以肯定的是 LED 导通时间更长一些,发出的光平均强度一定更大些,而且将一段时间等分在电路中便于实现。

这里以 VGA 的 800×600 (24 bit 真彩色) 标准显示模式为例,当扫描时钟频率选择 12 MHz 时,LED 显示屏刷新频率可达 78 Hz。由此看出,来自视频卡的一组 VGA 高频数字信号 (40 MHz),经 LED 视频控制器进行数据重组(分单元控制,灰度变换)后,将成为若干组 12 MHz 数字信号,使

用常规的差分驱动电路和三类双绞线,即可轻松传输至 100 m 以外的 LED 显示屏。如果选择高性能的差分驱动电路和五类双绞线,传输距离可达数百米。

3 LED 视频显示系统控制软件功能

LED 视频显示系统控制软件主要功能有:

(1) 多媒体集成环境; (2) 多任务区域实时播放; (3) 任务区域位置灵活设定、修改; (4) 图文、动画与视频叠加播放; (5) 文本播放叠加背景图片; (6) 任务播放支持背景音乐; (7) 超文本编辑器; (8) 文本图片浏览器; (9) 支持 3DS 和 AVI 动画; (10) 定时播放和自动播放; (11) 色度、饱和度、亮度和对比度软件调节; (12) γ 校正软件调节。

4 结语

LED 视频显示系统控制组件采用超大规模可编程逻辑器件 (FPGA),体积小巧,结构严密,性能稳定。控制软件采用全新的多任务窗口设计和多媒体集成环境,集信息的编辑制作和播放于一体,维护便捷,在铁路旅客引导系统中得到了广泛应用。LED 视频显示系统与旅客电子引导系统应用软件的配套,保证了 LED 显示屏的卓越性能,对于促进铁路服务行业的硬件设施水平进一步提高有着重要的意义。

参考文献:

- [1] 铁道部. 铁路客运专线客运服务系统总体技术方案 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.
- [2] 刘书明, 刘斌. 高性能模数与数模转换器件 [M]. 西安: 电子科技大学出版社, 2000.
- [3] 诸昌衿. LED 显示屏系统原理及工程技术 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [4] 赵才荣, 刘金城, 丁铁夫. 基于 LED 图文屏的多灰度图像实现方法 [J]. 液晶与显示, 2006 (1).
- [5] 葛集彪. LED 视频显示屏实时处理与驱动技术 [D]. 南京: 南京理工大学, 2003.
- [6] 马建国, 孟宪元. 电子设计自动化技术基础 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 128-177, 201-224.