

文章编号:1007-2780(2009)03-0419-04

机械扫描式平面 LED 显示屏的设计

邓宏贵,李志坚,谢素霞,郭晟伟

(中南大学 物理科学与技术学院,湖南 长沙 410083, E-mail: denghonggui@163.com)

摘 要: 介绍了机械扫描式平面 LED 显示屏的原理与设计方法,针对该 LED 显示屏像素分布不均匀的问题,提出了旋转显示屏图像均匀化算法。仿真结果表明,机械扫描式平面 LED 显示屏仅用一列 LED 即可达到与普通点阵式显示屏相似的显示效果,大幅减少了 LED 像素的使用,降低了显示屏的成本。

关 键 词: LED 显示屏;机械式扫描;图像均匀化;智能控制

中图分类号: TN312⁺.8; TN873⁺.92

文献标识码: A

1 引 言

LED 显示屏具有亮度高、响应快、寿命长和节能环保等优点,在近年来得到了迅速的发展。目前市场上常见的图文或图像 LED 显示屏都在整个显示平面上均匀排满 LED,通过控制各像素逐行点亮来实现图像显示。随着显示面积和分辨率的增大,所需的 LED 数量也等比例增加^[1,2]。为降低显示屏成本,减少 LED 像素用量,王桥立等^[3]提出了虚拟像素的方法,将一幅图像分成四场来显示,使 LED 用量减小为实际图像像素的 1/4,但此方法同时造成了图像边缘模糊的问题。张瑞春^[4]、林宇翔^[5]则采用机械转动扫描方式代替电子点阵扫描方式,提出了旋转柱式 LED 显示屏的设计方法,控制一列 LED 围绕中心轴旋转,但由于所设计的显示面是曲面,所以不利于大面积图像的显示。张苑岳^[6]提出将若干行 LED 设计于软性 PCB 板上,通过电机带动均速上下移动,以实现图像的扫描显示,采用此方法可以达到普通点阵式 LED 显示屏相仿的效果,但软性 PCB 板制作和整个转动控制装置均不易实现,不利于大规模产业化推广。

本文提出机械扫描式旋转平面 LED 显示屏设计方法。将一列 LED 固定在硬制条形电路板上,通过电机带动 LED 列在所在平面内围绕其中

点均速旋转。同时,由 FPGA 适时改变 LED 点亮状态,达到 LED 发光状态与位置同步,根据人眼的视觉暂留效果,实现平面图像的稳定显示。针对机械扫描式旋转平面 LED 显示屏像素不均匀的问题,提出了旋转显示屏图像均匀化算法,并对该算法进行仿真和讨论。

2 机械扫描式旋转平面 LED 显示屏原理

目前,常见的 LED 显示屏都是采用动态电子扫描方式进行显示的^[7-9]。机械扫描式旋转平面 LED 显示屏则是通过控制一列 LED 所在平面内围绕其中点快速旋转并同步改变发光状态来实现图像的显示。如图 1 所示,1(a)为机械扫描式

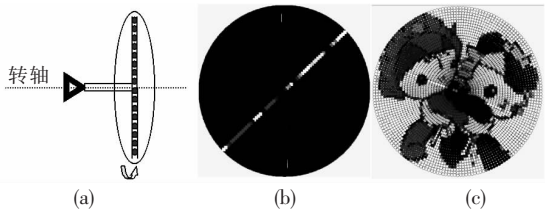


图 1 旋转平面 LED 显示屏原理示意图。(a)结构示意图;(b)静态效果图;(c)旋转扫描效果图。

Fig. 1 Principle diagram of rotating flat LED display screen. (a) Structure diagram; (b) Static display effect; (c) Rotating display effect.

旋转平面 LED 显示屏结构示意图,1(b)为 LED 线状阵列静止时显示效果,1(c)为 LED 列绕中点快速旋转时显示效果。通过控制 LED 列围绕转动轴快速旋转,使 LED 在每次经过同一位置时均对应唯一确定的发光状态,LED 循环出现在平面上各个位置,最终显示出一幅稳定的平面图形。

3 平面旋转显示屏图像均匀化算法

图 2(a)为普通点阵式 LED 显示屏显示效果,(b)为机械扫描式旋转平面 LED 显示屏显示效果。两幅图均显示一幅由内向外逐渐变亮的图案。对比可以看出,普通点阵式 LED 显示屏的分辨率与像素间距有关,而机械扫描式旋转平面 LED 显示屏分辨率则受像素间距和单位旋转角度影响。像素间距越小,单位旋转角度越小,旋转显示屏分辨率越高。在像素间距一定的条件下,只要控制单位旋转角足够小,机械扫描式旋转 LED 显示屏分辨率可超过普通点阵式显示屏。同时,机械扫描式旋转平面 LED 显示屏存在像素分布不均匀的问题,在中间区域,像素密度较大,呈现出“外疏内密”的非均匀布局,导致图像中间部分模糊并且亮度偏亮的问题。

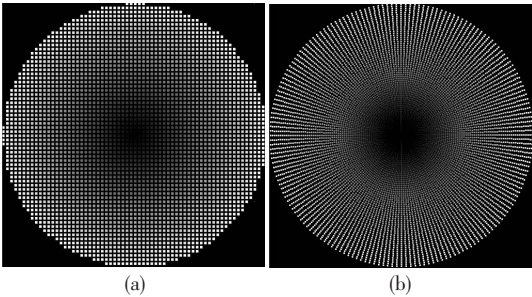


图 2 显示效果对比图。(a) 普通点阵式 LED 显示屏显示效果;(b) 旋转平面 LED 显示屏显示效果。
Fig. 2 Comparison of display effect. (a) Effect of normal matrix display screen;(b) Effect of rotating flat display screen.

为解决旋转 LED 显示屏像素分布不均匀现象,本文设计了旋转显示屏图像均匀化算法。在 LED 列平面内加载一个二维阵列模板,该模板的点在 x 、 y 方向上等间隔均匀分布,间隔恰好为旋转杆上 LED 间距。将该模板与 LED 可能出现的位置做“与运算”,在一定偏差容许范围内视作相同位置。处理后,可以使旋转显示屏像素布局在笛

卡尔空间内趋于均匀。
如图 3 所示,假设 $A(x, y)$ 是任意一个基准点,利用 A 所在的坐标,可以求出 A 点所在直线的倾角值 l' 。

$$l' = \begin{cases} \pi/2 & x = 0, y \geq 0 \\ 3\pi/2 & x = 0, y < 0 \\ \arctan(y/x) & x > 0, y > 0 \\ \arctan(y/x) + 2\pi & x > 0, y < 0 \\ \arctan(y/x) + \pi & x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

LED 旋转杆不一定能刚好停止在角度为 l' 处,因此需要找出与 l' 位置最近的 LED 点。LED 旋转角度 L 取值只可能取 $0 \sim 2\pi$ 之间离散的值,在 L 的可能取值中选取与 l' 最接近的值 l ,然后在角度为 l 的旋转杆上寻找与 A 点最近的点 B 保留下来,用 B 点来取代原 A 点像素。由此将阵列模板像素一一近似到实际 LED 可能出现的位置,近似后像素数量为二维阵列模板的像素数量,因此,消除了平面旋转显示屏像素在中心部分的聚集现象。

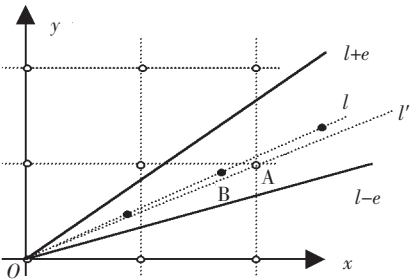


图 3 像素近似过程示意图
Fig. 3 Approximate process of image pixel

4 仿真与分析

采用 VC++ 软件进行编程,设计一个杆状绘图工具,使其角度从 $0 \sim 360^\circ$ 旋转,将可显示的实际位置与直角坐标系矩阵模板做与运算,算法设计流程如图 4 所示。均匀化后的旋转显示屏像素位置分布如图 5(c)所示。图 5(a)和(b)分别为未经过均匀化的像素分布和标准矩阵式显示屏像素分布,对比 5(a)、5(b)和 5(c)可以看出,采用图像均匀化算法对旋转显示屏像素处理后,虽然由于机械位置的限制,像素仍存在一定位置偏差,但像素密度不均匀现象明显减少,有效消除了像素“外疏内密”现象。

由运算过程可知,在对图像进行处理时,实际

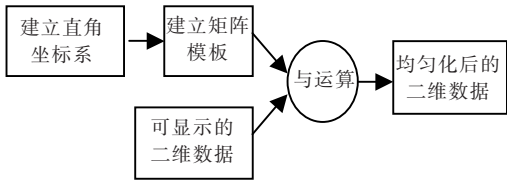


图 4 像素均匀化算法流程图

Fig. 4 Flow chart of image homogenization algorithm

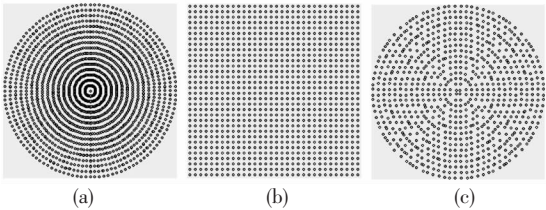


图 5 图像均匀化前后像素分布图。(a)处理前旋转平面 LED 显示屏像素分布图;(b)矩阵式 LED 显示屏像素分布图;(c)处理后旋转平面 LED 显示屏像素分布图。

Fig. 5 Pixel distributions before and after image homogenize. (a) Pixel distribution of rotating flat display screen before process; (b) Pixel distribution of matrix display screen; (c) Pixel distribution of rotating flat display screen after process.

像素周围会有 4 个可能显示的像素,它将被优先近似到与它最相近的旋转棒显示位置上的距离最短的一个 LED 像素。设该像素的近似误差为 ϵ , 则 $\epsilon = \sqrt{\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2}$, 其中, ϵ_1 和 ϵ_2 分别为以上两步近似值。如图 6, 设 LED 旋转棒在一个圆周内有 L 个旋转位置, 像素间距为 d , 像素至旋转中心距离为 R 个像素, 有:

$$\epsilon_{1\max} = R \times d \times \sin \frac{2\pi}{L} \tag{2}$$

$$\epsilon_{2\max} = \frac{1}{2}d \tag{3}$$

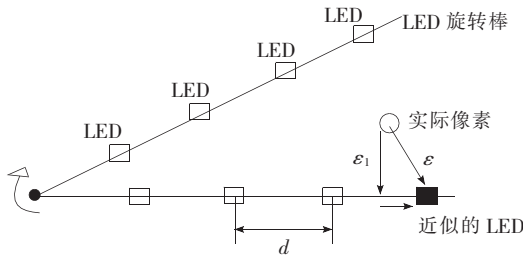


图 6 像素近似方法

Fig. 6 Approximate method of pixel

$$\epsilon_{\max} = \sqrt{\epsilon_{1\max}^2 + \epsilon_{2\max}^2} = \sqrt{\left(R \times d \times \sin \frac{2\pi}{L}\right)^2 + \frac{1}{4}d^2} \tag{4}$$

其中 $\epsilon_{1\max}$ 、 $\epsilon_{2\max}$ 、 $\epsilon_{\max}$ 分别为 ϵ_1 、 ϵ_2 、 ϵ 的最大值, 当选择 R 取 182, L 取 1 024 时, 求得 $\epsilon_{\max} = 0.93d$, 也就是不到一个像素间距的偏差。同时, 由式(4)可知, 随着 R 取值减小, L 取值增大, 相对误差 $\epsilon_{\max}/d$ 会进一步减小。

5 结 论

提出了机械扫描式旋转平面 LED 显示屏的设计方法, 针对旋转 LED 显示屏像素分布不均匀问题, 提出了平面旋转显示屏图像均匀化算法。经仿真分析发现, 采用该算法对旋转显示屏像素分布进行优化后, 当旋转棒排布 128 个 LED 像素, 一个圆周内旋转 1 024 个位置时, 与标准矩阵模板相比, 像素最大偏差不超过 0.93 个像素间距。并且随着 R 减小和 L 增大, 该误差可进一步减小。有效消除了旋转显示屏像素不均匀问题, 使机械扫描式平面 LED 显示屏达到与普通点阵式显示屏相似的显示效果, 大幅减少了 LED 使用量, 有效节约了显示屏生产成本。

参 考 文 献:

[1] 郝国法, 杨姣. LED 大屏幕控制电路设计方案研究 [J]. 视频技术应用与工程, 2005, (11): 94-96.
[2] 邓宏贵, 李志坚, 吴让亮, 等. 基于步进电机细分驱动技术的旋转 LED 显示屏设计 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(5): 595-598.
[3] 王桥立, 贺宗潮. LED 显示屏虚拟像素原理及应用 [J]. 现代显示, 2004, (2): 33-35.
[4] 张瑞春. 旋转柱式显示屏的原理与设计 [J]. 传感器与仪器仪表, 2006, 22(5): 151-153.
[5] 林宇翔, 刘向东, 陈刚. 环场 LED 多色显示屏的设计 [J]. 仪器仪表学报, 2002, 23(5): 116-119.
[6] 张苑岳. 机械式扫描 LED 显示屏: 中国专利, CN2618245Y [P]. 2004-05-06.
[7] 郝国法, 杨姣. LED 大屏幕控制电路设计方案研究 [J]. 视频技术应用与工程, 2005, (11): 94-96.

[8] 张建军,陈钟荣. 基于可编程逻辑器件的 LED 显示屏控制系统设计 [J]. 液晶与显示,2006,21(4):398-402.

[9] 郑喜凤,邓春健,冯永茂,等. 一种实现 LED 显示屏显示信息的方法 [J]. 液晶与显示,2007,22(3):331-335.

Design of Flat LED Display Screen Based on Mechanical Scanning

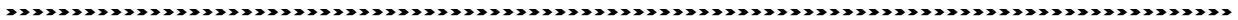
DENG Hong-gui, LI Zhi-jian, XIE Su-xia, GUO Sheng-wei
(School of Physics Science and Technology, Central South University,
Changsha 410083,China,E-mail:denghonggui@163.com)

Abstract

The principle and design method of rotating flat display screen based on mechanical scanning are presented, and the homogenization algorithm of image is also presented with the inhomogeneous problem of pixel distribution considered. The simulation result shows that rotating flat display screen based on mechanical scanning using only a row of LED makes the same effect of normal matrix display panel, it can reduce the LED pixel utilized, and cut the cost of LED display screen.

Key words: LED display screen; mechanical scanning technology; homogenization algorithm; intelligent control

作者简介:邓宏贵(1965—),男,湖南邵阳人,博士后,副教授,主要方向为电子技术和信息处理。



SI 词头

代表的因素	词 头 名 称		符 号		代表的因素	词 头 名 称		符 号
	英 文	中 文				英 文	中 文	
10 ²⁴	yotta	尧[它]	Y		10 ⁻¹	deci	分	d
10 ²¹	zetta	泽[它]	Z		10 ⁻²	centi	厘	c
10 ¹⁸	exa	艾[可萨]	E		10 ⁻³	milli	毫	m
10 ¹⁵	peta	拍[它]	P		10 ⁻⁶	micro	微	μ
10 ¹²	tera	太[拉]	T		10 ⁻⁹	nano	纳[诺]	n
10 ⁹	giga	吉[咖]	G		10 ⁻¹²	pico	皮[可]	p
10 ⁶	mega	兆	M		10 ⁻¹⁵	femto	飞[母托]	f
10 ³	kilo	千	k		10 ⁻¹⁸	atto	阿[托]	a
10 ²	hecto	百	h		10 ⁻²¹	zepto	仄[普托]	z
10 ¹	deca	十	da		10 ⁻²⁴	yocto	幺[科托]	y