

文章编号:1007-2780(2012)05-0658-08

基于 HVS 的 LED 显示屏亮度均匀性评估方法

桂劲征^{1,2}, 陈 宇^{1*}, 苗 静¹, 丁柏秀^{1,2}

(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, E-mail:guijinzheng@126.com;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘 要: 针对全彩 LED 显示屏的特点, 提出了一种基于人眼视觉特性(HVS)的评价显示屏亮度均匀性的新方法, 并通过实验进行了验证。该方法通过 CCD 图像传感器获取 LED 图像, 并将图像划分成尺寸相等的子区域, 计算出各子区域基于 HVS 的亮度特征因子、纹理细节特征因子和空间位置特征因子, 用 3 个因子的特征融合作为每一区域的评估参数, 用全屏各区域参数的离散程度值作为均匀性评价指标, 客观准确地给出评估分析结果。实验证明, 该方法与人的主观评价结果基本符合, 提高了显示屏亮度均匀性主观评价与客观评价的一致性。

关 键 词: LED 显示屏; 人眼视觉特性; 亮度均匀性

中图分类号: TP391

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20122705.0658

Luminance Uniformity Evaluation for LED Display Panel Based on HVS

GUI Jin-zheng^{1,2}, CHEN Yu^{1*}, MIAO Jing¹, DING Bai-xiu^{1,2}(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun 130033, China, E-mail:guijinzheng@126.com;

2. Graduated University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Aiming at the characteristics of the full-color LED display panel, a new LED display panel luminance uniformity assessment method based on Human Visual System (HVS) is proposed, which is validated by the experiment. The method uses CCD image sensor to get LED images. The image is divided into equal regions and each region's luminance characteristic factor, texture detail characteristic factor, and spatial location characteristic factor are calculated. Afterwards, three characteristic factors are integrated to be used as each region's luminance uniformity evaluation parameter, the dispersion of full screen regions can serve as the assessment criteria of the luminance uniformity and the assessment result is given objectively and accurately. Experiments show that this method is basically in accord with the subjective evaluation results. In addition, the method improves the consistency between objective evaluation and subjective evaluation about the luminance uniformity.

Key words: LED display panel; human visual system; luminance uniformity

收稿日期: 2012-03-19; 修订日期: 2012-04-17

基金项目: 国家科技支撑计划(No. 2009BAE73B03)

作者简介: 桂劲征(1987—), 女, 河北唐山人, 硕士研究生, 主要研究方向: 信息显示与光电检测。

* 通讯联系人, E-mail: cyczq_mail@tom.com

1 引言

LED显示屏技术发展到今天,显示屏亮度均匀性已成为衡量LED显示屏优劣的重要指标之一。均匀性差的显示屏,给人的感觉是屏幕不干净,有时则会看到暗斑、亮斑,甚至马赛克,严重影响显示效果^[1]。因此在显示屏行业内急需一种可以准确评价LED显示屏亮度均匀性的方法,从而为LED显示屏的研发和生产提供指导。在传统的亮度均匀性评价方法中,存在着主观评价和客观评价两种方法。主观评价方法过于烦琐,而且结果易受观察者、测试条件和环境的影响,其稳定性和可移植性差;客观评价方法有时与实际屏幕质量不相吻合甚至相互矛盾。传统的客观评价方法,利用方差评估全屏的亮度数据,这种方法没有考虑人眼的感知特性,因此在许多情况下,它的评价结果不能和人的评价相一致。而人眼作为一种较理想的图像传感器,是人体接收外界信息最多的信息通道,现代光学与光电成像技术的发展为扩展人眼视觉特性(HVS)开辟了新的技术途径。因此,在LED屏幕的亮度均匀性评价中引入人眼视觉特性,将传统的客观评价方法和主观评价方法有机地结合起来,可以有效地解决这一难题,这也是屏幕质量评价的发展方向。

2 传统的LED显示屏亮度均匀性评价方法

2.1 主观评价方法

目前,视觉检测仍然是评估LED显示屏亮度均匀性主观评价的主要方法。视觉检测的主要问题是其主观性,即每个人对事物的观察和解释是不同的,即使是同一个人测量,也会在不同时间得到不同的结果,因人而异,而且评价结果难以量化,因此得到的评估结果也会有一定差别。所以需要一种易于操作、评价准确的主客观相结合的评价方法^[2]。

2.2 客观评价方法

LED显示屏的亮度均匀性评估,是一个数理统计问题。对于显示屏上的LED管,其光强值是一个随机变量。随机变量偏离平均值的分散程度,统计学中用均方差作为其离散程度评估的指标^[3]。结合均方差的定义,均方差是基于像素灰

度值进行统计和平均计算。均方差越小,从统计意义上来说,意味着相对于均值越集中,图像的均匀性越好。应用在LED显示屏亮度均匀性评估上,测试和计算方法如下:点亮一块像素总数为 N 的显示屏,获取全屏每个像素的亮度值 $\bar{f}(n)$,取算数平均得到 $\bar{f}(n)$,则亮度均方差为:

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n [f(n) - \bar{f}(n)]^2}{N-1}} \quad (1)$$

虽然均方差这个指标的样本空间涵盖了LED显示屏的所有像素,但这种方法原理是计算统计误差,而图像最终的观测者是人眼,根据此方法计算的结果往往与人们主观感受不一致。图像中某些像素点亮度值的突变以及图像中的纹理细节等常常被忽略,因而不能完整地反映出图像的亮度均匀性。因此均方差不能直接作为LED显示屏均匀性的评价指标,有必要找到一种基于人眼视觉特性的显示屏亮度均匀性评价方法。

3 基于HVS的LED显示屏亮度均匀性评价方法

LED显示屏作为多媒体设施的显示终端,其亮度均匀性是影响显示效果的重要因素。而显示效果又与人的视觉特性有着密切的联系。各种不均匀现象对于显示效果具有不同程度的影响。显然,人眼较为敏感的不均匀现象对于显示效果的影响程度也较大,因此,对于显示屏亮度均匀性的度量也同样需要结合人眼视觉特性。基于HVS的LED显示屏亮度均匀性评价方法将图像划分成尺寸相等的子区域,计算出各区域基于HVS的亮度特征因子、纹理细节因子和空间位置因子,用3个因子的特征融合作为每一区域的评价参数,然后用全屏各区域参数的离散程度值作为整屏亮度均匀性评价的指标。

3.1 亮度参数的提取

3.1.1 图像的预处理

一般情况下,采集回来的图像都会包含LED显示像素的边界。在进行图像处理时,如果不剪掉这些冗余的边界信息,就会降低对图像的处理速度,此外如果四周边界有亮点或严重的噪声也会影响分割结果,而剪切掉这些冗余边界丝毫不会影响图像处理的精度,所以需要采集回来的图像进行剪切处理。

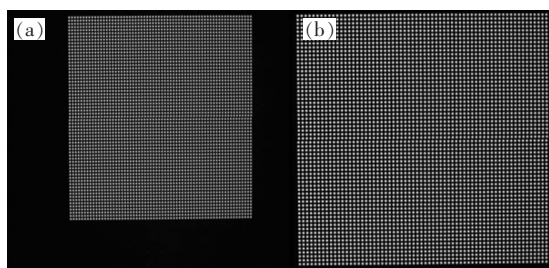


图 1 (a)采集图像;(b)处理后图像.

Fig. 1 (a) Captured image;(b)Processe damage.

3.1.2 LED 像素点定位

要确定 LED 像素点的位置,就要对剪切以后的图像进行像素点的定位。LED 显示屏上的像素是均匀排列的,最直观的办法就是对图像进行等间距分割。首先确定 LED 显示区域的边界,确定边角第一个 LED 灯点的位置,由于模组灯点排列方式遵循一定的规律,知道行列数目就可以大概估算出下一个 LED 灯点的位置,按照此方法遍历整个 LED 区域,LED 灯点的位置便可以确定出来,再根据图片中 LED 灯点确定分割半径。图 2 所示为灯点定位效果图,图中用圆圈对 LED 灯点标注。

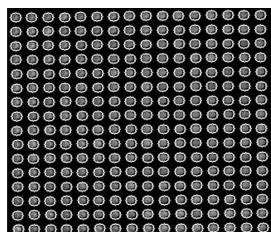


图 2 LED 点定位效果

Fig. 2 LED point location effect

3.1.3 图像像素亮度数据的提取

在 LED 灯点定位完成以后,就可以计算灯点的亮度。本文使用阈值分割法提取圆圈内所有 CCD 像素点值之和来代表这一个 LED 像素点的亮度值。全部 LED 像素点提取完后保存为亮度数据文件。对所有采集的图像都经过以上处理后即可以形成整屏的亮度数据文件。这些数据文件是之后亮度均匀性评估工作的基础。

3.2 人眼视觉特性对图像均匀性的影响

对于 LED 显示屏而言,尽管现有仪器能测量全屏显示的亮度值,但是人眼所能感知到的亮度参数才是衡量其性能的重要指标^[4]。在显示屏的

生产和研发过程当中,往往存在显示不均匀的现象,这些不均匀区域对于显示效果的影响也会被人眼感知,感知过程非常复杂,涉及到生理学以及视觉心理学等多方面的内容。从视觉生理的特性来看,图像均匀性对人眼视觉的影响是由人眼视觉系统的灵敏度决定的,而灵敏度受到图像局部空间频率的影响^[5],大量实验结果证明影响像素误差可视度的因素是误差周围的局部区域环境,而不是整个图像的环境。所以一个小区域内的均匀性与它相邻的区域有关,而与之不相邻的区域相关系数变小^[6]。

从视觉心理学的角度来看,视觉是一种积极的感受行为,不仅与生理因素有关,还在相当大的程度上取决于心理因素。人们在观察和理解图像时往往会不自觉地对其中某些区域产生兴趣^[7]。整幅图像的均匀性也往往取决于感兴趣区域的均匀性,而不感兴趣区即使不均匀有时也不易觉察。

3.3 人眼特征函数的确定

人眼在观察一幅图像时,只会对其中显著变化的区域产生兴趣仔细观看,而对那些亮度均匀的平滑区域或空间频率相近的纹理区则忽略掉。首先将待评估图像互不重叠地分成 $Q(Q=1,2,\dots,n)$ 个尺寸相等的子区域,各区域记为 Q_j ,每一子区域中含有 $M \times M$ 个像素点,分别根据亮度、纹理细节和子区域空间位置计算出该区域的评价值 W_j 。在本文的实验中,根据人的视张角理论,当 $Q > 25$ 时,人眼对图像块的分辨能力下降。

3.3.1 亮度对人眼视觉的影响

人眼视觉系统对刺激信号的反映不是取决于信号的绝对亮度,而是取决于信号相对于平均亮度的刺激程度。由韦伯-费克纳(Weber Fechner)法则可知:视觉上主观亮度与光刺激强度的对数成比例^[8],即:

$$s = k \lg \frac{I}{I_0} \quad (2)$$

式中, k 为常数,令 $k=1$ 。用最大亮度值与平均亮度值的比值近似光刺激强度,定义 $I_{\max,j} = \max\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, n=M \times M\}$ 为第 j 个区域中亮度最大值, I_{avg} 表示整个图像中亮度的平均值,即:

$$I_{\text{avg}} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k \quad (3)$$

式中, $k=1, 2, \dots, N$, N 表示待评估图像中所

有像素点数,这样 $\frac{I_{\max,j}}{I_{\text{avg}}}$ 就可以近似地表征该子区域的光刺激强度, s_j 为由亮度变化导致的特征因子,则由上式可得:

$$S_j = \lg \frac{I_{\max,j}}{I_{\text{avg}}} = \lg \frac{\max(x_1, x_2, x_3 \cdots x_n)}{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k}$$

3.3.2 纹理对人眼视觉的影响

对人眼视觉系统的研究表明,人眼对图像的不同部分敏感度是不同的,对边缘及条状结构比较敏感。另外,对同样类型和规模的噪声,将其累加在图像的细节和平坦区域上所引起的视觉失真

程度是不一样的,前者给人的感觉往往更明显^[9]。图像的梯度信息则可以表示出图像中灰度跳变的部分,梯度越大说明该分块上的纹理越多,越能引起人眼视觉的关注;反之,梯度越小说明该分块区域越平坦,空间频率相近^[10]。

由于 Sobel 算子检测阶跃边缘效果较好,所以本文使用 Sobel 梯度算子计算图像各像素点的梯度。Sobel 算子运算时采取类似卷积的方式,采用 3×3 窗口的 Sobel 算子计算各像素点的梯度值,对每个像素点考察它的上、下、左、右邻点灰度的加权差,与之接近的邻点的权值大,定义 Sobel 算子如下^[11]:

$$s(i, j) = |\Delta_x f| + |\Delta_y f| = |(f(i-1, j-1) + 2f(i-1, j) + f(i-1, j+1)) - f(f(i+1, j-1) + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1))| + |(f(i-1, j+1) + 2f(i, j+1) + f(i+1, j+1)) - (f(i-1, j-1) + 2f(i, j-1) + f(i+1, j-1))| \quad (5)$$

其卷积算子:

$$\Delta_x f = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{vmatrix}, \Delta_y f = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

定义第 j 个子区域最大梯度值为 $S_{\max,j} = \max\{s_1, s_2, s_3 \cdots s_n, n=M \times M\}$, S_{avg} 表示整个图像中梯度的平均值,即:

$$S_{\text{avg}} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N s_k \quad (6)$$

$k=1, 2, \cdots, N$, N 表示待评估图像中所有像素点数,这样 $\frac{S_{\max,k}}{S_{\text{avg}}}$ 就可以近似地表征该子区域的纹理特征的凸显性。从而可将纹理细节特征因子 d_j 定义为:

$$d_j = \frac{S_{\max,k}}{S_{\text{avg}}} \quad (7)$$

3.3.3 空间位置对人眼视觉的影响

光敏细胞在视网膜的黄斑区分布较密,所以在中央黄斑区中心,人眼的分辨率最高,而视网膜周围由杆状细胞构成的周边视力分辨率低,不能看清图像细节^[12]。故人眼观看一幅图像时只能对其中某一部分区域的细节具有良好的分辨力,而不能同时分辨图像中的其他区域。人们在观察一张图片时,首先注意的是图片中央部分,再依次往周围扩展,即图像的重要性一般是由中央向周围递减,这与平时照相选景一致(总是将所关注的物体或部位放在取景器的中央位置)。因此空间位置特征因子可取为:

$$r_j = 1 - B_r \times \frac{\sqrt{(x_{j0} - x_c)^2 + (y_{j0} - y_c)^2}}{r} \quad (8)$$

式中, x_{j0}, y_{j0} 表示子区域 j 的中心位置; x_c, y_c 表示待评估图像的中心坐标; r 表示待评估图像中各点到中心坐标的最大距离; B_r 是关于人眼的基础权值,它与人眼与图像之间的距离和人眼的视野大小有关,一般取 $0.5 \sim 1$, 可以根据实际情况而定,并不影响最终空间位置因子 r_j 的性质。

3.4 图像均匀性的度量

人类视觉系统的主要功能是从视觉区域提取图像的结构性信息。综合以上对 Q_j 分块中亮度特征因子 s_j 、纹理细节特征因子 d_j 和空间位置特征因子 r_j 的分析,则定义每块基于 HVS 的均匀性的评价模型为:

$$W_j = \sqrt{s_j^2 \times d_j^2 \times r_j^2} \quad (9)$$

这样得到 j 个基于 HVS 的均匀性评价参数,然后用均方差表征 j 个参数的离散程度值,则基于 HVS 的 LED 显示屏亮度均匀性的评价指标 D_{HVS} 为:

$$D_{\text{HVS}} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^j (W_j - \bar{W}_j)^2}{N-1}} \quad (10)$$

$\bar{W}_j$ 为 j 个指标的期望, D_{HVS} 数值越小,说明在人眼看来图像的均匀性较好。

4 实验结果与分析

前面提到,在人眼看来,有时会出现均方差大

的图片均匀性反而要好,原因就是均方差是从总体上反映图像的均匀性,并不能反映局部甚至像点间的差别,对图像中所有像素点同样对待,与主观评价的相关性较差。

如图 3 中,(a)是灰度级从 20~34 的灰度渐变图像,(b)的灰度级只有 26,27,28 三个灰度等级,它们的灰度期望相同,在此情况下对图片的所有像素点灰度值进行均方差计算,然后与本文所提基于 HVS 的评价方法对比,两种评价方法结果的比较如表 1 所示。

由表 1 中可以看出,图片(a)比图片(b)的灰度均方差大,从上述理论意义上来说,图片(b)的均匀性应该好于图片 a 的均匀性。但在人眼看来,

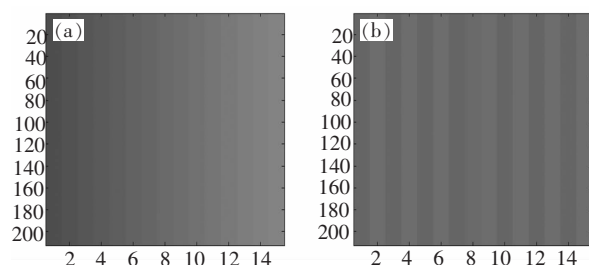


图 3 两幅图像比较

Fig. 3 Comparison of two images

表 1 两种评价方法比较

Table 1 Comparison of two evaluation methods

图片	灰度均值	灰度均方差	D_{HVS}
a	27	4.32	0.001 59
b	27	0.97	0.001 75

结果恰恰相反,这说明直接用均方差评估图片的亮度均匀性的方法与人眼视觉感受不一致。而本文所提出的 D_{HVS} 模型有效地评估了两张图片的均匀性, $D_{HVSa} < D_{HVSb}$, 说明图片(a)的亮度均匀性更好,与人的主观感觉相符合。

为了进一步验证本文所提算法的有效性,图 4 给出了 4 块具有不同显示均匀性的 LED 显示屏样板的 CCD 感光图像,图像为 64×64 的 LED 显示区域,将图像以(32,32)为中心划分为 9 个尺寸近乎相等的区域,计算出每个区域的亮度特征因子、纹理特征因子、空间位置特征因子,它们反映了在人眼视觉的作用下不同因素对视觉兴趣的影响程度。4 幅具有不同均匀性的 LED 显示屏 CCD 感光图像的亮度值分布如图 5 所示,4 幅图像基于 HVS 的亮度均匀性评价结果在表 2 中给出。

根据表 2 给出的评价结果可以看到,(c)的显示效果最差,(d)的显示效果最好,这与我们在场的主观观测结果相符合。(c)的右侧出现了两个暗块,对图像的显示效果产生了严重影响,而(d)未发现明显的不均匀现象,显示效果较好。(a)图像中存在“马赛克”,但程度较轻,不均匀区域出现的位置对视觉效果的影响小于(c),所以(c)的均匀性比(a)差。(b)的右侧出现了一个明显的暗条,但对均匀性的影响小于(c)。以上评价结果表明,本文所提的算法对 LED 显示屏亮度均匀性的评估结果符合人的主观感觉,与图 5 给出的亮度值分布给人的主观感觉相一致。

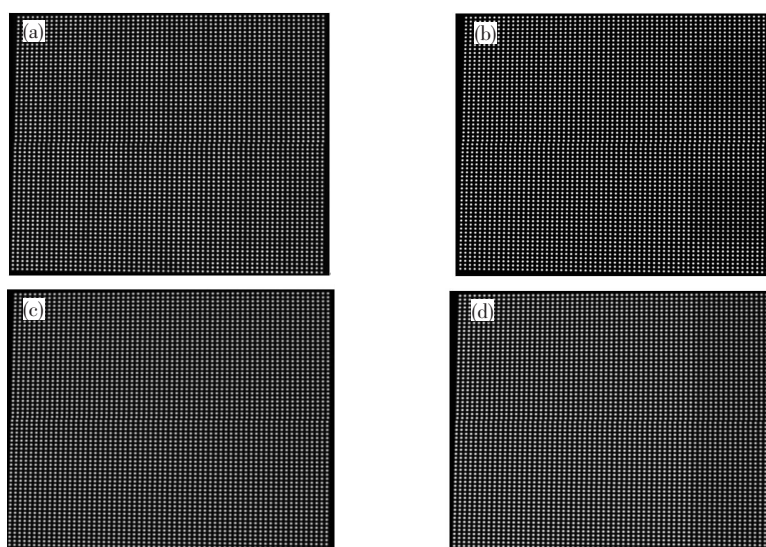


图 4 LED 显示屏 CCD 感光图像

Fig. 4 CCD Photosensitive images of the LED display panel

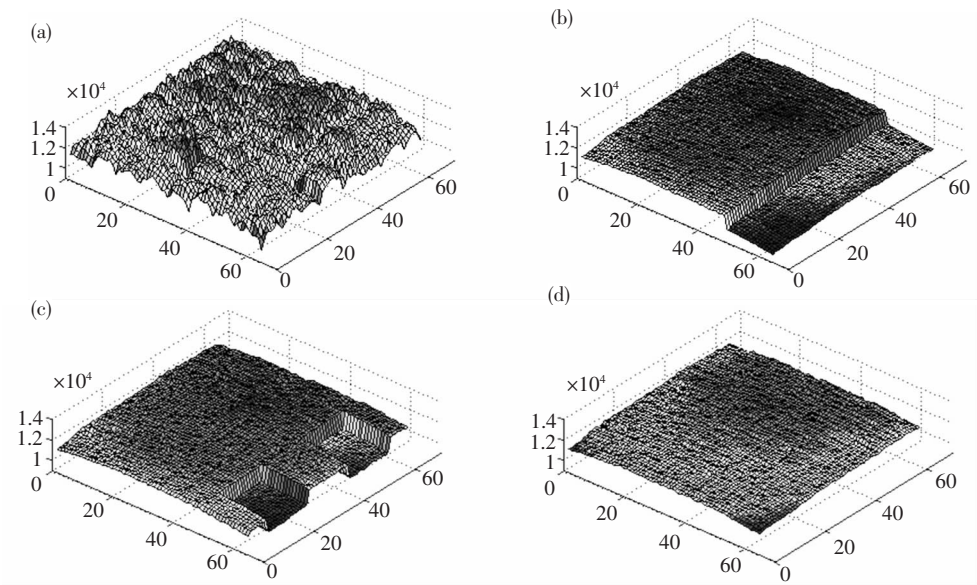


图 5 亮度值分布
Fig. 5 Luminance value distribution

表 2 亮度均匀性评价结果(数值越小,均匀性越好)	
Table 2 Luminance uniformity evaluation results (The smaller the numeric, the better the uniformity)	
编号	评价结果
a	0.24
b	16.70
c	25.08
d	0.20

本文算法的优点还在于可以大概看出显示图像中的不均匀区域的位置,为后续的亮度校正提供了依据。4 张图片的分块数据结果如表 3~6 所示。

表 3 (a)的分块评估结果				
Table 3 Specific evaluation results of image (a)				
块号	s_j	d_j	r_j	w_j
1	0.104	3.498	0.560	3.538
2	0.132	3.806	0.658	3.864
3	0.053	2.786	0.560	2.842
4	0.125	3.578	0.658	3.641
5	0.119	3.939	1.000	4.055
6	0.098	3.100	0.658	3.184
7	0.100	3.819	0.560	3.861
8	0.112	2.771	0.658	2.865
9	0.085	2.743	0.560	2.811

表 4 (b)的分块评估结果				
Table 4 Specific evaluation results of image (b)				
块号	s_j	d_j	r_j	w_j
1	0.039	2.281	0.560	2.339
2	0.040	1.746	0.658	1.867
3	0.031	10.245	0.560	10.260
4	0.071	2.616	0.658	2.699
5	0.074	1.746	1.000	1.992
6	0.058	10.323	0.658	10.348
7	0.075	2.219	0.560	2.290
8	0.074	1.802	0.658	1.941
9	0.071	10.414	0.560	10.432

表 5 (c)的分块评估结果				
Table 5 Specific evaluation results of image (c)				
块号	s_j	d_j	r_j	w_j
1	0.028	2.059	0.560	2.124
2	0.033	1.713	0.658	1.835
3	0.019	11.344	0.560	11.358
4	0.056	2.135	0.658	2.235
5	0.058	1.591	1.000	1.857
6	0.041	12.273	0.658	12.294
7	0.058	1.800	0.560	1.886
8	0.059	1.997	0.658	2.124
9	0.057	12.35	0.560	12.369

表 6 (d)的分块评估结果

Table 6 Specific evaluation results of image (d)

块号	s_j	d_j	r_j	w_j
1	0.019	3.473	0.560	3.511
2	0.013	2.332	0.658	2.423
3	0.004	2.835	0.560	2.890
4	0.044	2.877	0.658	2.952
5	0.046	2.570	1.000	2.742
6	0.028	3.085	0.658	3.168
7	0.048	3.565	0.560	3.609
8	0.046	2.773	0.658	2.866
9	0.043	2.143	0.560	2.228

由表 3~6 可以看出,4 幅图像中,(b)和(c)的 W_3, W_6, W_9 数值明显与其他块的评价指标不在同一数值水平上,所以就可以大概看出图像中影响图像质量的位置为 3,6,9 块,而实际图像中也是右半部分出现了暗条或暗块,与人的主观感觉一致。

为了更清晰地描述每幅图片中的子区域对整幅图片均匀性的影响,绘制了图 6。在图 6 中,能更清楚地看出(b)和(c)图片的 W_3, W_6, W_9 明显高于其他区域,而且(c)的数值比(b)还要高,(c)的均匀度比(b)差,符合人眼对均匀性评估的结果。

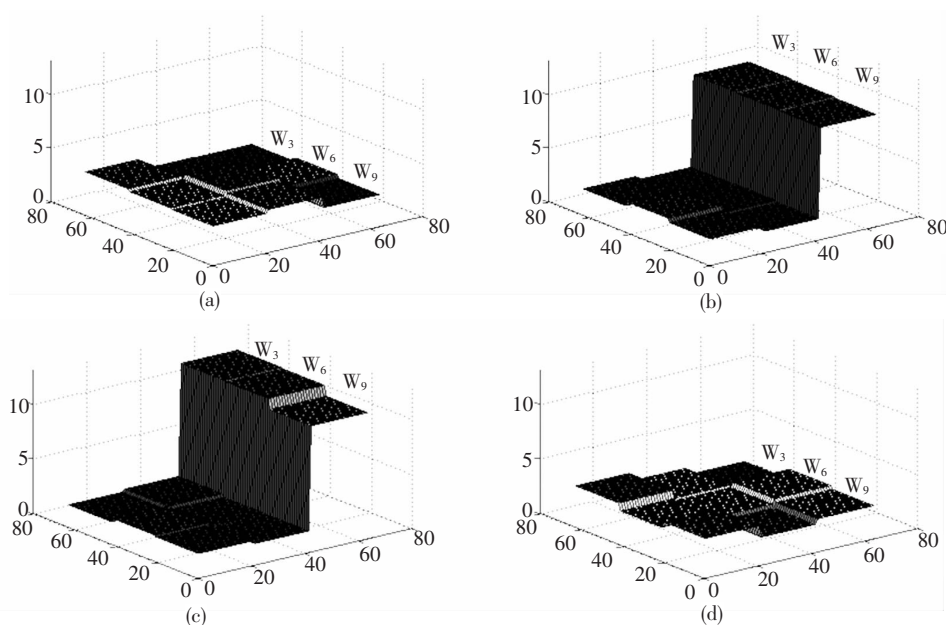


图 6 亮度均匀性比较图

Fig. 6 Comparison of luminance uniformity

5 结 论

通过对该方法原理的论述和各种实验结果的分析可以看出,本文的方法充分考虑了人眼视觉系统的复杂特性,对图像相对亮度、纹理细节、空间位置对人眼视觉兴趣的影响做了全面的建模分析和定量计算。相比传统的使用均方差的方法,

D_{HVS} 指标能够区别图像中不同区域的图像特征,符合人眼视觉特性,近似于主观评价的评价结果,可以用于评价图像的均匀性。实验结果准确地验证了检测方法的有效性。它为后续亮色度校正工作提供了定量测试的参考依据,提高了全彩 LED 显示屏的调试效率和显示质量。

参 考 文 献:

- [1] 宋新丽,郑喜凤,凌丽清,等. 基于灰度直方图的 LED 显示屏亮度均匀性评估方法 [J]. 液晶与显示, 2009, 24(1): 140-144.
- [2] 阮海蓉,夏贵勇. 基于照相的 LED 显示屏亮度校正方法 [J]. 液晶与显示, 2012, (2): 193-197.

- [3] 徐秀芝. LED平板显示均匀性及其评估系统的研究[D]. 长春:中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 2006.
- [4] 金福寿, 陈宇, 丁铁夫. 对比度敏感理论LED视频图像显示中的应用[J]. 发光学报, 1997, 18(2): 174.
- [5] 姚军财. 基于人眼对比度敏感视觉特性的图像质量评价方法[J]. 液晶与显示, 2011, 26(3): 390-396.
- [6] Karunaseka S A. A d is torsion measure for blocking artifacts in image based on human visual sensitivity[J]. *IEEE Trans IP*, 1995, 4(6): 713-724.
- [7] 汪孔桥, 沈兰荪, 邢昕. 一种基于视觉兴趣性的图像质量评价方法[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(4): 300-303.
- [8] 王瑞光, 陈宇, 金福寿, 等. 基于主观感觉理论的LED图像显示质量的简易测定评估方法[J]. 发光学报, 2001, 22(3): 303-305.
- [9] 杨恒伏, 孙光, 田祖伟. 一种基于HVS的图像质量评价方法[J]. 航空计算技术, 2008, 38(6): 81-82.
- [10] 章毓晋. 图像工程[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [11] 袁春兰, 熊宗龙, 周雪花, 等. 基于Sobel算子的图像边缘检测研究[J]. 激光与红外, 2009, 39(1): 85-87.
- [12] 郑圣超, 叶正麟, 陈作平. 基于局部自相似性的图像质量度量[J]. 计算机应用, 2006, 26(3): 605-606.

《发 光 学 报》

——EI 核心期刊(物理学类; 无线电电子学、电信技术类)

《发光学报》是中国物理学会发光分会与中国科学院长春光学精密机械与物理研究所共同主办的中国物理学会发光分会的学术会刊。该刊是以发光学、凝聚态物质中的激发过程为专业方向的综合性学术刊物。

《发光学报》于1980年创刊, 曾于1992年, 1996年, 2000年和2004年连续四次被《中文核心期刊要目总览》评为“物理学类核心期刊”, 并于2000年同时被评为“无线电电子学、电信技术类核心期刊”。2000年获中国科学院优秀期刊二等奖。现已被《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》和“万方数据资源系统”等列为源期刊。英国《科学文摘》(SA)自1999年; 美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》(AJ)自2000年; 美国《剑桥科学文摘社网站》自2002年; 日本《科技文献速报》(CBST, JICST)自2003年已定期收录检索该刊论文; 2008年被荷兰“Elsevier Bibliographic Databases”确定为源期刊; 2010年被美国“EI”确定为源期刊。2001年在国家科技部组织的“中国期刊方阵”的评定中, 《发光学报》被评为“双效期刊”。2002年获中国科学院2001~2002年度科学出版基金“择重”资助。2004年被选入《中国知识资源总库·中国科技精品库》。本刊内容丰富、信息量大, 主要反映本学科专业领域的科研和技术成就, 及时报道国内外的学术动态, 开展学术讨论和交流, 为提高我国该学科的学术水平服务。

《发光学报》自2011年改为月刊, A4开本, 144页, 国内外公开发行。国内定价: 40元, 全年480元, 全国各地邮局均可订阅。《发光学报》欢迎广大作者、读者广为利用, 踊跃投稿。

地 址: 长春市东南湖大路3888号

《发光学报》编辑部

邮 编: 130033

电 话: (0431)86176862, 84613407

E-mail: fgxbt@126.com

国内统一刊号: CN 22-1116/O4

国际标准刊号: ISSN 1000-7032

国内邮发代号: 12-312

国外发行代号: 4863BM

http://www.fgxb.org