

立体显示器的立体效果评价方法研究

谷灵康^{1,2}, 周鸣争², 汪军², 严楠²

- (1. 安徽省现代显示技术国家重点实验室省部共建培育基地
(中航华东光电有限公司), 安徽 芜湖 241002;
2. 安徽工程大学 计算机与信息学院, 安徽 芜湖 241000)

摘 要:随着数字电视技术和平板显示技术的发展,立体显示技术逐渐成为当前电视技术发展的新热点。立体显示状态下,最关心的是立体显示效果。为了有效地评价自由立体显示器的立体显示效果、促进立体显示技术的发展,需要建立适当的评价标准与评价方法。文中在充分分析国内外相关评价方法的基础上,重点介绍了利用视差感知和视差评估的方法进行立体显示效果的评价,结果表明其对于自由立体显示评价可以得到较明确的分析结果,并对研究前景进行了探讨。

关键词:立体显示;显示效果评价;视差

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)08-0127-04

Research on Method for Effect Evaluation of Auto-stereoscopic Displays

GU Ling-kang^{1,2}, ZHOU Ming-zheng², WANG Jun², YAN Nan²

- (1. Anhui State Key Laboratory of Modern Display Technology Incubator of Ministry
(Avic Huadong Photoelectric Company Limited), Wuhu 241002, China;
2. School of Computer & Information, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China)

Abstract: With the development of digital TV (DTV) and flat plane display (FPD) technologies, stereoscopic display technologies have gradually become the new hotspot of the current TV technologies. The main issue on auto-stereoscopic displays which is most concerned about is three-dimensional display's quality and effect. In order to effectively evaluate the three-dimensional display of the stereoscopic display, promote the development of three-dimensional display technology, need to establish appropriate evaluation criteria and evaluation methods. Based on the full analysis of domestic and abroad related evaluation methods, highlights perception of parallax and parallax assessment method in evaluation of stereoscopic display, the results show that its evaluation for the stereoscopic display can be more specific results, and also discuss the tendency of this direction.

Key words: stereoscopic displays; effect evaluation of auto-stereoscopic displays; parallax

0 引言

随着2012年1月1日,中国3D频道的开播,立体显示技术逐渐成为各国研发的重点。立体影像具有实感性、震撼性,具有非常逼真的感染力等。目前立体显示系统主要分为两大类:立体显示系统与自由立体显示系统。借助眼镜、头盔等设备的是立体显示系统;而应用空间更广阔的是自由立体显示系统,它不需戴上特殊眼镜就能看到立体影像,目前已经成为立体显示技术研究的主流。

较好的自由立体显示,需兼顾诸多因素,如视差、着色和阴影、线性角度和运动视差等。这需要立体显示系统能够给左右两眼带来不同的画面,同时需要影像内容中具备更多的细节,这对硬件和软件都是一个巨大的考验^[1]。对于立体显示,最关心的是立体显示效果,适当的评价标准与评价方法对立体显示技术的发展起着至关重要的作用。

1 国内外立体显示效果评价方法分析

目前国际上对于自动立体显示设备显示质量的评价一般有两种方法:第一种是通过人的视觉来判定,这就是主观评价方法;第二种方法是客观评价方法,它是用测光、测色仪器对显示设备进行客观测定。以上两种方法通常结合起来使用。

收稿日期:2012-01-03;修回日期:2012-04-06

基金项目:安徽省现代显示技术重点实验室--省部共建国家重点实验室培育基地开放基金(091110)

作者简介:谷灵康(1981-),男,安徽临泉人,讲师,硕士,主要研究领域为数字显示、计算机视觉、计算机图形学、智能识别等。

对显示效果质量进行最终评价的,是那些经常面对着显示屏、或是用来观赏图像娱乐的人,故通过视觉进行的主观评价是最关键的评价方法,但不同评价者,结果往往也会出现差异。即使同一评定者对相同的产品,多次的评价结果也有可能出现很大的差异。由于这种差异的存在,在主观评价时,就需要引入一系列的评价方法来消除多个评定者之间的差异,最后将包含差异在内的数据进行筛选,找出其普遍性。因此,需要先进行评价的相关准备和长时间征集评定者的意见,然后才能进行评价。

测光量是在显示器的客观评价中所测定的最主要物理量,反映的是人的视觉特性。如果决定了测定条件及方法,其结果可以在短时间内得到,这就是客观评价方法的特点。对于这方面的测试标准,由于在我国自动立体显示器的测试标准还未制订,国内外这方面的资料也较少,故在确定具体测试项目和测试方法时,液晶显示器件测量方法的国家标准和国外相关的一些技术资料经常被拿来参照,再根据立体显示器的特点,确定测试中显示器的光学性能评测参数和具体的测量方法。

1.1 立体显示效果的客观评价指标

在对显示器的立体效果进行客观评定时,除了要注意评价结果的准确性和重复性,还要考虑影响评价的条件。其中评价的环境状态和条件、测量仪器、测量用的显示图像、电源的稳定性和电源的稳定时间、显示设备的状态等,这些是对评价结果影响较大的状态和条件。

主要的客观评价指标^[2]有以下几个:图像分辨率、对比度、视角范围及视区、响应时间、亮度、亮度不均匀性、色度特性等。

1.2 立体显示效果的主观评价

所谓主观评价法,就是指对于显示器上显示的信息,由观察者从主观方面进行测定与评价的方法。相对于客观评价方法,主观评价是通过心理测定的方法实现的。观察者可以根据亲身感受来进行评价,这就是主观评价方法最有利的一面,比如对显示器可以通过看起来便利、精美程度、临场感等方面进行评价。

亮度、色调、对比度、信噪比、响应特性、空间频率特性、动态特性等,是主观评价的主要物理要素。

在数据采集上,主观评价采用心理学的测定法。这种测定法有很多种,由于方法的不同,进行判断的基准和所得到的感觉尺度会有一定的差别。因此,在选择方法时,通常是与评价实验的目的相配合,从多种心理学测定方法中,选择较适合的方法。调整法、极限法、常规法、评价尺度法、系列范畴法、二者择一法、成对比较法等,是目前主要的心理学评价方法。

左眼和右眼视图的分离决定左眼和右眼的图像的三维显示效果,两个区间若存在严重的串扰认为分离效果不好,人类的大脑是很难进行三维集成。因此,需要建立一套合适的理论和方法来评定一款立体显示器是否具有立体效果及如何评价和比较这种效果。

现在专门研究立体显示效果和质量的评定方法国内外不是很多。一种方法是用双目图像之间串扰的亮度百分比来描述自由立体显示器的效果^[3],它用助视眼镜立体显示技术的 cross-talk levels 来实现的,可惜没有给出具体的测试方法。另外一种方法则是使用亮度传感器,在观看位置来衡量沿着弧形的亮度曲线,然后对比度比较,这显示为三维效果^[4],这些方法满足立体显示视图分离的亮度对比度,一定程度满足测试的需求。他们使用光的检测方法,左视图亚屏幕单色显示,并在右视图亚屏幕不显示,在显示器横向位置前的观看区域,测量亮度得到左眼球视图的亮度测量曲线,然后逆转,测出右眼视图的亮度曲线并通过亮度对比求出亮度分布特征。立体显示器有较好的效果是在优于 10% 的亮度比值的情况下,但因为它需要两次重复测量引入的定位误差,和复杂的亮度测试设备,结果很难显示为好的立体效果和独立视区域,并且这些方法往往是在观察区域的横向位置检测,从而三维显示可视区域的特点没有充分体现,也不能使用具体量值来表示三维显示效果的好坏。

针对上述两种方法的不足,国内外很多学者对此提出了改进的方法,比如国内就有北邮的刘克滨提出的基于视差的方法^[5],南昌大学的梁发云提出的使用立体度参数作为评价指标^[6],他们主要是使用立体度进行显示效果的评价。还有一些学者也提出了相应的方法。

因为立体显示技术是基于双目视差理论,左眼和右眼视图充分分离是裸眼立体显示的关键。下文就是尝试从这个特点来设计适当的评估方法和测量流程。

2 双眼视差

人类的立体视觉由生理立体视觉和心理立体视觉组成^[7]。由人眼的晶状体调节、双眼会聚和双眼视差诸因素构成的立体视觉称为生理立体视觉,在这些因素中,人眼最强烈的生理立体视觉因素是双眼视差。在一切心理立体视觉排除之后,一组完全无异议的视觉刺激,在具备视差的条件下,就可以经双眼产生深度上的感觉,这一点已被 Julesz^[8]利用随机点图证明,这说明双眼视差可以与任何视觉经验无关。

双目视差^[9]是指两只眼睛从两个稍微不同的角度观察客观的三维世界的场景,由于场景的几何光到人的双眼上的距离不同,形成一个在视网膜上的两个位

置的差异,它反映了客观场景的深度。双目视差对于人能够感知深度,是一个非常重要的因素,大脑区域融合后,形成立体视觉,双目视差的大小由双眼视差角的大小决定。

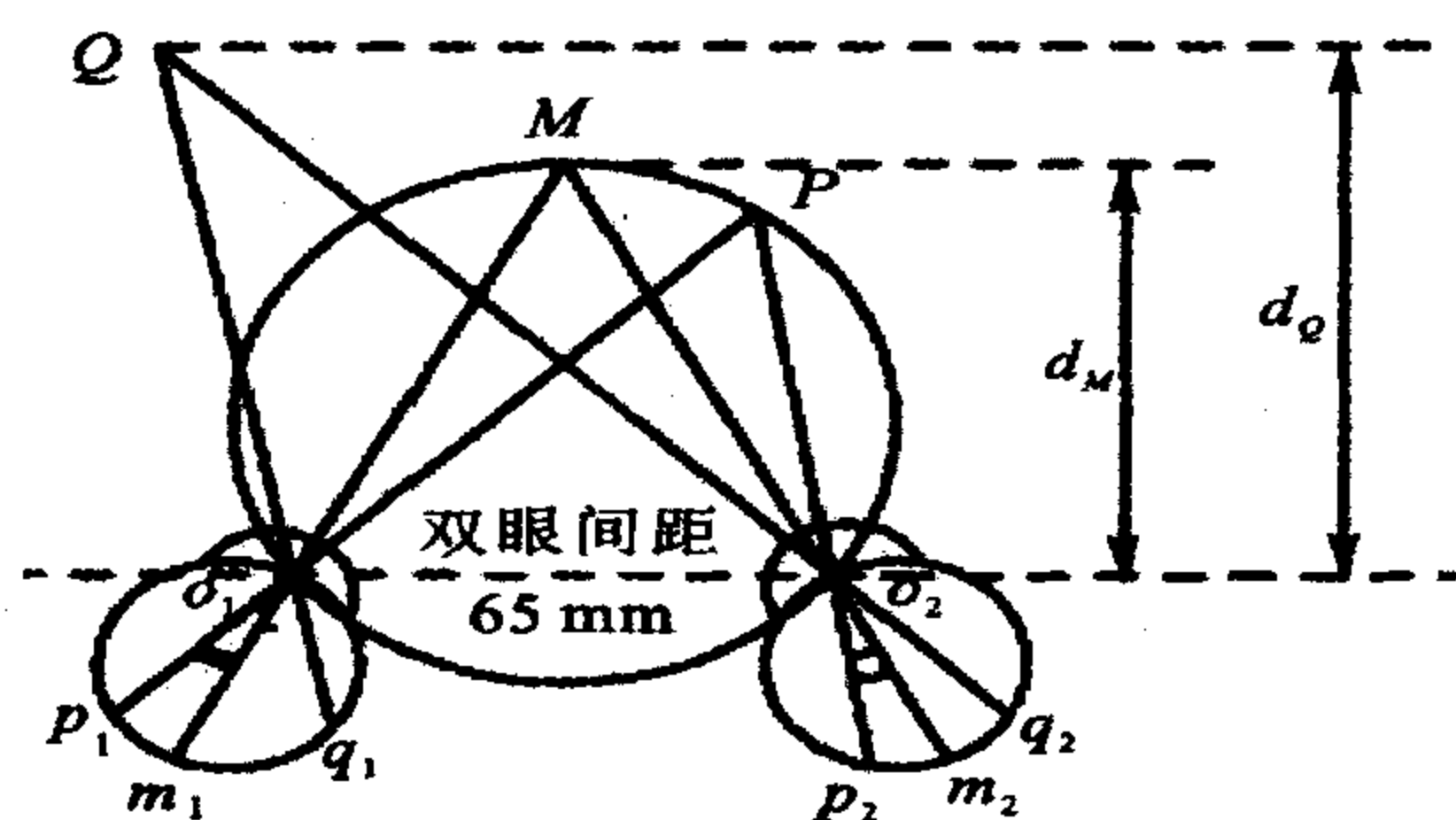
心理上的立体视觉可以由视觉经验和视觉记忆体现出来,当人们观看图像,根据图像的内容,可以决定图像中的各个对象之间的距离关系,其中阴影、遮挡、结构级差和几何透视等因素是构成心理立体视觉的主要因素。

观看者的视觉记忆、视觉经验、眼睛结构和用眼习惯是影响生理立体视觉和心理立体视觉的许多因素中的重要因素,但只有双眼视差与立体影像有直接关系。故立体影像中的双眼视差信息是影响人眼立体视觉的主要外界因素。

如图1所示,当双眼注视M点时,设晶状体的中心为 o_1 和 o_2 , m_1 和 m_2 为两视网膜的中央凹^[10],假设视网膜上有两点 p_1 和 p_2 处于相应位置,即 $\angle p_1 o_1 m_1 = \angle p_2 o_2 m_2$ 。

图1 两眼观看物体示例

那么其对应点P双眼视差消失。利用几何方法证



明便知,所有P点的轨迹是一个经过 o_1 、M和 o_2 的圆,这个圆称为全息圆在该圆上的所有点双眼视差为零。

全息圆以外的点,如Q点,会在两视网膜上的对应位置不同,可以感觉得到双眼视差的存在,并可以识别其距离上存在的差别。

设点M和点Q到眼的距离为 d_M 和 d_Q ,可令 $\delta = d_Q - d_M$,一般情况下 $\delta \ll d_M$,所以简单的几何证明可得Q点在视网膜上的相应位置的偏差为:

$$\Delta\theta = \angle q_1 o_1 m_1 - \angle q_2 o_2 m_2 = \angle M - \angle Q = \left(\frac{65}{d_M} - \frac{65}{d_Q} \right) \approx \frac{65\delta}{d_M^2} \times 206265 \quad (1)$$

由式(1)知, $\Delta\theta$ 的大小直接反映人眼对两物体间的相对距离大小的感知;也就是当 $\Delta\theta$ 小时,人眼感到两物体间的相对距离小,反之亦然。深度视锐是指当两物体间的相对距离小到一定程度,人眼刚能感觉到两物体有距离差别时的 $\Delta\theta$ 。通常 $30'' \sim 60''$ 为人眼的深度视锐,训练过后可达到 $5'' \sim 10''$,当深度视锐

为 $10''$ 时,能感觉到的最小距离差为:

$$d_M = 1 \text{ m 时}, \delta_{\min} = 0.75 \text{ mm}$$

$$d_M = 10 \text{ m 时}, \delta_{\min} = 8 \text{ cm}$$

$$d_M = 100 \text{ m 时}, \delta_{\min} = 8 \text{ m}$$

双眼视差信息是深度感的最重要线索,特别是对于中等视距。双眼视差可以同任何视觉经验无关,双眼视差对立体视觉的贡献最大。

3 基于视差感知的自由立体显示算法评价原则

自由立体显示技术的发展离不开评价标准与评价方法的支持,立体视差感知、视觉疲劳等等人的主观因素都与立体显示有密切的联系,故人的主观参与对解决自由立体显示质量效果评价方法非常重要。现在,大部分三维显示的参考标准评价方法是基于人眼的,但因为受外界环境影响,不同的人对同一视觉信息的评定存在差别^[11]。如果想得到定量的评价体系研究成果,在现在的技术条件下,通过试验很难获取,故为了探寻可用于定性分析立体显示效果的评价方法,文中在前述人类自身因素的研究成果基础之上,采用定性研究的方法,依据视差感知进行研究。下文依据视差感知首先提出了具体的评价方法。

为了得到实验评价的参考标准,可以分为两种情况:用户评价和模拟用户评价。用户评价更准确,但较费时,根据尼尔森的可用性设计原则,测试用户为5~8便可以达到85%的机率。由于不同的用户标定的结果通常是不同的,所以须对这些结果采用统计方法进行一致性检验。采用视差感知的方法可以研究不同用户的视觉共性,故用户评价可以利用视差感知来进行。所谓的模拟用户评价就是通过计算机模拟用户从而达到综合的评价,操作上需综合很多技术,第一步需要对模拟用户建模,然后需要给模拟用户做出分析评价。

总体来说,基于视差感知对于自由立体显示评价可以得到比较明确的分析结果,这种评价方法相应的理论逻辑分析流程参见图2。

通过图2所示,可以得出:不仅理论分析自由立体显示效果评价可以应用视差感知,在它的实验评价体系中也应用视差感知。

4 基于视差估计的自由立体显示评价

研究及应用三维立体视觉质量的关键性问题是立体显示视差估计,这种方法主要运用基于图像特征的视差估计,采用灰度变换法和差分算子^[12]对自由立体显示图像做变换、特征匹配与融合,并进行立体图像特征点的提取、特征匹配和融合的研究,再得到三维视图

均衡化直方图,最终得出三维视图评价效率,简称 3D 立体率,应用这个值可以分析自由立体显示效果的好坏。从采用匹配基元的不同可以把视差估计方法分为两种类型^[13]:基于区域的方法;基于特征的方法。

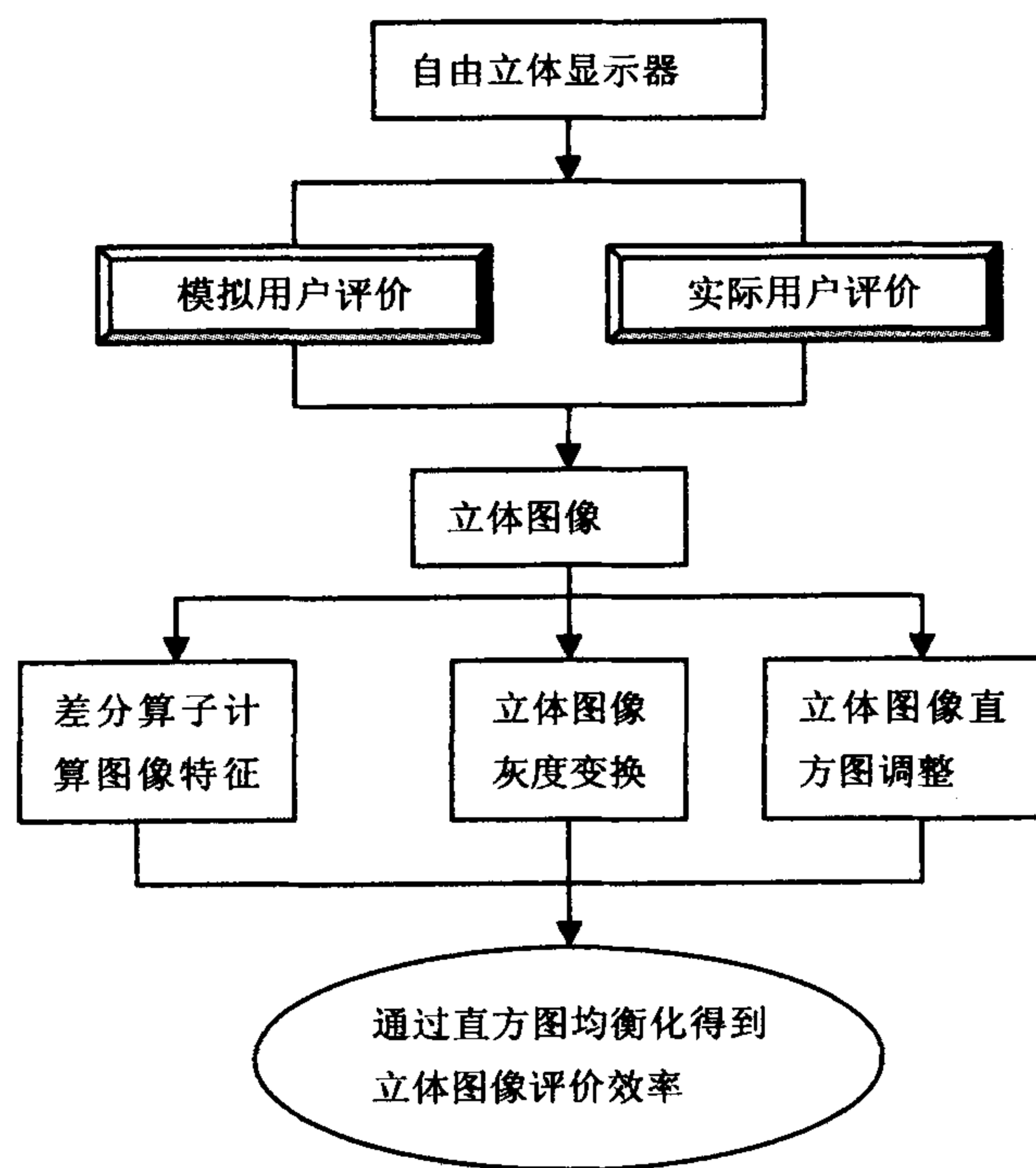


图2 基于视差感知的自由立体显示系统效果评价分析流程图

前人提出的 3D 立体度反映了立体显示器中串扰度的大小。3D 立体度与上述的 3D 立体率分析的角度不同,侧重于测量观察用户眼睛的光强分别是 3D 立体度,而侧重于分析自由立体图像显示效果的是 3D 立体率,为了更好地评价自由立体显示效果可以通过分析立体图像,从本质上探求更加适宜于人类感知三维立体感觉的技术与方法。

目前对于视差估计的方法主要有以下几种:

- 一、基于区域的视差估计;
- 二、基于图像特征的视差估计;
- 三、基于特征的视差估计算法分析。

其中第一种方法基于区域的视差估计是把灰度邻域作为匹配基元,在另一幅图像中搜索具有相似灰度值分布的对应点邻域,最终得到各个点的视差。而基于图像特征的视差估计与基于区域的方法不同,它是通过表示物体本身特性的特征来实现匹配。第三种方法基于特征的视差估计算法分析通常是采用差分算子对立体图像的特征进行研究,再运用灰度变换、直方图调整等方法提取图像特征,然后借助于直方图均衡化分析评价效率。

5 结束语

文中在充分分析国内外立体显示评价方法的基础

上,重点介绍了利用视差感知和视差评估的方法进行立体显示效果的评价。今后的实验研究中,笔者认为应着重从人的角度出发来评价自由立体显示器的立体显示效果,其中要充分考虑观察者对自由立体显示的多项反映等因素,如视觉疲劳问题等,即不仅从自由立体显示器本身,还要注重人的视觉疲劳等不舒适的立体感觉方面进行综合的测试与评价是得到全面的自由立体显示效果的重要方法。这样才能促进立体显示技术的发展,研制出更加人性化、更接近于现实三维的立体显示器。

近些年基于全息技术的自由立体显示越来越受到更多研究者关注,它对于人们更好地了解自由立体显示技术、增加观察者的立体深度感、沉浸感和想象感有非常好的效果,有成为三维立体显示主流的潜力,当然它要真正应用起来,还有很长的路要走。

参考文献:

- [1] Dodgson N A. Time-Sequential Multiprojector Autostereoscopic 3D Display [J]. Soc. Information Display, 2000, 11 (8): 169-176.
- [2] 大石严, 烟田丰彦, 田村彻. 显示技术基础 [M]. 白玉林, 王毓仁译, 北京: 科学出版社, 2003.
- [3] Woodgate G J, Ezra D, Harrold J, et al. Autostereoscopic 3D display systems with observer tracking [J]. Signal Processing: Image Communication, 1998, 14: 131-145.
- [4] Huang Wanjian, Tsai Chao-Hsu, Wang Nai-Yueh, et al. The fabrication of a novel projection screen for autostereoscopic display systems [C] // Proc SPIE (Vol 5291). [s. l.]: [s. n.], 2004: 285-292.
- [5] 刘克滨. 基于视差的自由立体显示效果评价研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2010.
- [6] 梁发云, 邓善熙, 杨永跃. 裸眼立体显示器效果评定方法研究 [J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(8): 1407-1411.
- [7] 侯春萍. 平面图像立体化技术的研究 [D]. 天津: 天津大学, 1998.
- [8] Julesz B. Binocular depth perception of computer generated patterns [J]. Bell System Technical Journal, 1960, 39(5): 1125-1162.
- [9] Hartley R. Multiple View Geometry in Computer Vision [M]. 2nd ed. England: Cambridge University Press, 2003.
- [10] Winkler S. Digital Video Quality Vision Models and Metrics [M]. Switzerland: John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- [11] 吴爱民. 视觉心理学在计算机视觉中的应用研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2006.
- [12] 庄天戈, 赵俊, 钱晓平. 生物医学图像处理 [D]. 上海: 上海交通大学, 2007.
- [13] 陈佳坤, 罗谦, 曾玉林. 一种用于立体图像匹配的改进稀疏匹配算法 [J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(10): 111-117.

蚁群算法解决 CSAHLP 问题时的修正因子的研究

作者:

作者单位:

刊名:

英文刊名:

年, 卷(期):

[胡昊, 刘树鑫, 张小燕, 苏勇](#)

[江苏科技大学计算机科学与工程学院, 江苏镇江212003](#)

[计算机技术与发展](#)

[Computer Technology and Development](#)

[2012 \(8\)](#)

参考文献(13条)

1. [Dodgson N A Time-Sequential Multiprojector Autostereoscopic 3D Display](#) 2000 (08)
2. 大石严; 畑田丰彦; 田村彻; 白玉林, 王毓仁. 显示技术基础 2003
3. [Woodgate G J; Ezra D; Harrold J Autostereoscopic 3D display systems with observer tracking](#) 1998
4. [Huang Wan-jian; Tsai Chao-Hsu; Wang Nai-Yueh The fabrication of a novel projection screen for autostereoscopic display systems](#) 2004
5. 刘克强. 基于视差的自由立体显示效果评价研究[学位论文] 2010
6. 梁发云; 邓善熙; 杨永跃. 裸眼立体显示器效果评定方法研究[期刊论文]-中国图象图形学报 2007 (08)
7. 侯春萍. 平面图像立体化技术的研究 1998
8. [Julesz B Binocular depth perception of computer generated patterns](#) 1960 (05)
9. [Hartley R Multiple View Geometry in Computer Vision](#) 2003
10. [Winkler S Digital Video Quality Vision Models and Metrics](#) 2005
11. 吴爱民. 视觉心理学在计算机视觉中的应用研究[学位论文] 2006
12. 庄天龙; 赵俊; 钱晓平. 生物医学图像处理 2007
13. 陈仕坤; 罗谦; 曾玉林. 一种用于立体图像匹配的改进稀疏匹配算法[期刊论文]-计算机技术与发展 2011 (10)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfx201208033.aspx