

文章编号:1007-2780(2009)02-0258-04

从平面图生成多视点自由立体显示视差图的研究

张 超¹, 王琼华^{1, 2*}, 李大海², 陶宇虹², 张映权²

(1. 四川大学 电子信息学院, 四川 成都 610065, Email:chao831111@yahoo.com.cn;
2. 四川大学 视觉合成图形图像技术国防重点学科实验室, 四川 成都 610065)

摘 要: 提出一种从平面图生成立体显示视差图的新方法。该方法利用 Matlab 建立曲面模型并为图片中的相应规则区域赋予深度信息,再根据深度信息的投影原理,在不同观察点得到具有视差的多幅视差图。将这些视差图的合成图在多视点自由立体显示器上显示,可以看到很好的立体显示效果。该研究对于多视点自由立体显示器利用现有大量的平面图像源得到立体显示效果具有一定指导的意义。

关 键 词: 立体显示;视差图;中间矩阵;深度矩阵
中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

1 引 言

立体显示技术从根本上更新了二维信息显示的概念。目前,国内外都对立体显示进行了大量的研究和开发,并取得了一定的进展^[1-4]。多视点自由立体显示^[5-8]是目前最主要的立体显示方式之一,它利用的是人两眼观看具有视差的图像后,在大脑中会形成具有纵深感的立体图像的原理。具有视差的图像简称为视差图。

自从摄像机发明以来,人们已积累了无数的平面图像,它们是人类文明的巨大财富。即使将来立体图像采集设备获取三维图像如现在获取二维图像一样容易,我们也无法舍弃这些财富。实际上,平面图像中蕴含着大量的三维信息,通过特定的方法可以将许多平面图像转换成立体图像。目前常用的平面图像立体化是将平面图像的多个区域分别进行深度赋值,使得观看到立体图像画具有前后的层次感。但由于各区域内的深度相同,对不是平面的区域也是用平面来表达,因此整个场景并不真实。本文在该方法的基础上,对平面图深度的赋值提出了一种新的方法。新方法对平面图建立曲面模型并为图片中的相应规则区域赋予深度信息,这些深度信息能真实反映半球面、斜面等规则曲面,从而生成多视点自由立体显示

的视差图,获得立体感更强、更真实的立体显示效果。

2 视差图及视差

图 1 所示为多相机对同一场景(以飞机为例)拍摄的多视点自由立体显示的视差图。视差是视差图上代表同一个物点的像点的水平位置差异。

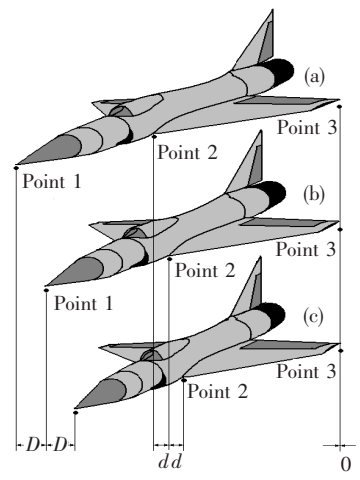


图 1 多视点自由立体显示的视差图及其视差。(a) 视差 1; (b) 视差 2; (c) 视差 3。
Fig. 1 Parallax images and their parallax values for auto-stereoscopic display. (a) view 1; (b) view 2; (c) view 3.

如图1中,视差图(a),(b),(c)中的像点1都是代表飞机的头部,它们间的水平位置差异是 D ,即视差图上像点1的视差为 D ;像点2在机翼中部,视差为 d ;像点3在机翼末端,视差为0。像点1视差最大,观看者看到其对应物点(飞机头部)突出显示屏外最多,深度感最强;反之,像点3对应物点(机翼末端)就在显示屏上,没有突出显示屏外;像点2介于前两者间。这样在多视点自由立体显示器上就可以显示出具有纵深感的飞机图像。

3 平面图生成视差图的原理

对于给定的一幅二维平面图像,首先利用Photoshop软件对各个景物边界进行圈定以划分区域,利用255级灰度级为区域赋灰度值来表示深度。其中,0灰度值表示纵深最小,即最后方;255表示纵深最大,即最前方。赋值过程中,对于形状较为复杂的区域按一个灰度值进行处理。而对于规则的形状,如球体、斜面等,在Photoshop中先以0灰度值表示,并记录下规则形状的具体参量,如球体的圆心、半径,斜面的长度、宽度、起始位置等,参量单位为1像素。

然后,将Photoshop得出的灰度图载入Matlab^[9]中用矩阵表示,并将该矩阵归一化为0~1的double类型矩阵。各单元的double值即为该点到最后方距离与总深度的比值。0表示最后方,1表示最前方。其中规则区域值为0,利用规则区域的参量和为其制定的深度范围便可以为该建立曲面模型。对于半球体,如果我们需要它的深度范围在double类型矩阵中为 $a \sim b$ ($0 < a < 1$, $0 < b < 1$),则先利用半径建立半球面,然后把半球面各点的高度按照线性关系映射到 $a \sim b$ 中得到该区域的模型,最后再利用圆心位置把该模型赋值在待赋值的区域上。经过上述所有步骤之后,我们就得到了一个double类型的中间矩阵,它是获得深度矩阵的一个过渡。该矩阵的值表现为相应点在整个场景中的相对位置。

最后为整个场景赋实际深度值,即深度矩阵。该深度反映了场景各点与显示屏间的实际距离。如果规定突出平面的点的距离为负值,平面内的点的距离为正值,在已知double矩阵为 M ,想要表现的场景总纵深为 H 的情况下,如果希望整个场景在纵向上有一半突出屏面,一半在平面内,则场景实际深度值的深度矩阵 Z 可以由式(1)

得出:

$$Z = -H(M - 0.5) \quad (1)$$

总纵深的赋值受区域景物的大小制约。例如,一个半径为100像素的圆形区域,它在整个场景中深度范围为0.7~0.9,为了让它凸出成半球面,其纵深应该等于100像素宽度,则总纵深就为500像素宽度。

在获得深度矩阵 Z 之后,就可以利用深度信息投影原理获取视差图。深度信息投影原理如图2所示。

图2中显示屏上有4个相邻的水平像素:C、D、E和F。假设想要表现的这4个像素的深度为图中由折线连接起来的部分,观看者从观察点A来观看这部分图像时,实际在显示屏上观看到的是折线在显示屏上的投影。其中第一个像素投影在显示屏为CD段,第二个像素投影在显示屏为DE段,依次类推。

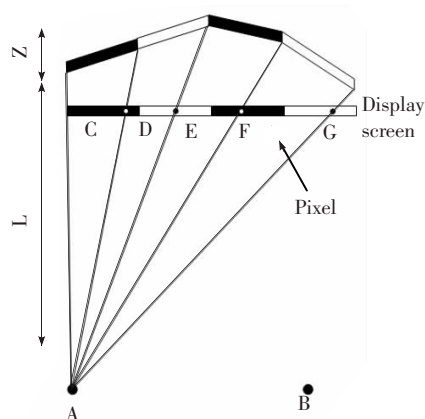


图2 平面图生成视差图的投影原理

Fig. 2 Projection principle for the capture of parallax image from 2D image

设折线上第一个像素的灰度值为 X ,第二个像素像素灰度值为 Y ,观察点A到显示屏的垂直距离为 L , Z 是第一像素的深度矩阵中的值。设CD段长度与显示屏第一像素长度的比为 a 。则:

$$a = \frac{L}{L + Z} \quad (2)$$

从观察点A观看折线,它在显示屏上第一个像素上的投影灰度值为:

$$G_1 = aX + (1 - a)Y \quad (3)$$

按照公式(2)、(3),可以依次求得显示屏上各像素的投影灰度。

如果把折线换成是一幅深度图像,即每个像素都有一定的深度,那么根据这种投影方式,在不考虑垂直视差的情况下,在显示屏上将得到整个深度图像的投影。这个投影图像就是在观察点 A 观看时对应的视差图。同理,在观察点 B 观看时,也可以得到类似的一幅投影图,只不过每个像素的投影位置相对于 A 点观看时发生了平移,这个平移距离就是视差。这样,在设定多个观察点后,按照上述方法,就可以得到相应的视差图。以上是灰度图像的投影原理,对于彩色图像,对 RGB 3 个分量分别运用上述方法即可得到视差图像。

综上所述,对于一幅给定的平面图像,当确定了它的深度信息之后,根据投影原理就可以得到多个观察点的视差图像。

4 平面图生成视差图的实验及结果

图 3 是给定的一幅平面图,该图的分辨率为 $1\,280\times1\,008$,图中的主要场景为 3 个球体和 1 个地面背景。为 3 个球体分别赋予半径为 129、165、118 个像素的半球体深度,背景地面赋予一斜面深度。

图 4 为获得的 double 类型中间矩阵在 Matlab

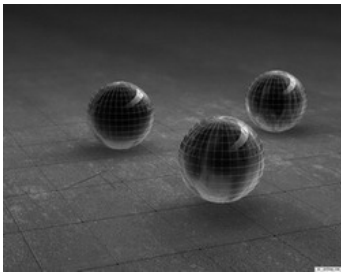


图 3 给定的二维平面图

Fig. 3 2D image given for the experiment

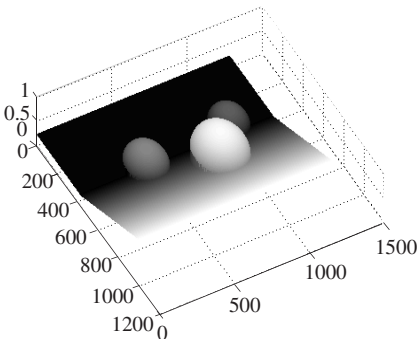


图 4 中间矩阵在 Matlab 中的显示

Fig. 4 Transient matrix displayed in Matlab

下的显示,横纵坐标为像素,高度坐标为深度范围。其中 3 个球体的深度范围分别为 $0.33\sim0.63$, $0.59\sim0.98$ 和 $0.23\sim0.51$,斜面基本贯穿整个深度范围,为 $0.23\sim1$ 。

图 4 的上半部分背景没有用斜面表示而用平面是为了适当减小球体和斜面之间的距离,防止半球体与背景之间深度距离过大导致在多个视点观察时这些没有信息的大量侧面部分无法正确显示。为保证球体的真实形状,设定总纵深为 420 像素宽度得到深度矩阵,设定显示屏位置在场景纵深的中间位置并在离屏中心纵向水平距离 1 m 的位置设置 8 个对称的观察点,两点相邻间隔为双眼距离(65 mm),从左往右依次得到了 8 幅视差图,如图 5 所示。

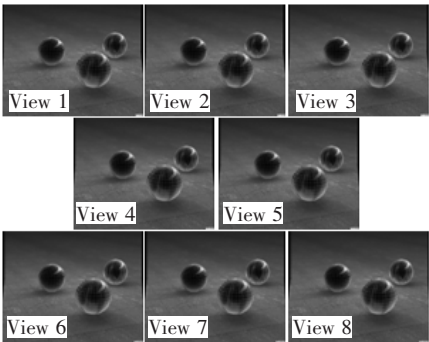


图 5 从 1 幅平面图生成的 8 幅视差图

Fig. 5 8 parallax images from 1 two-dimensional image

将这 8 幅视差图合成得到多视点自由立体显示的合成图并在多视点自由立体显示器上进行显示,如图 6。观看者可以看到具有立体效果的场景,其中地面背景下半部分凸出显示屏平面外,中间的半球体完全凸出显示屏平面外,另外 2 个球体则在显示屏平面的后面,它们的远近距离感很强。

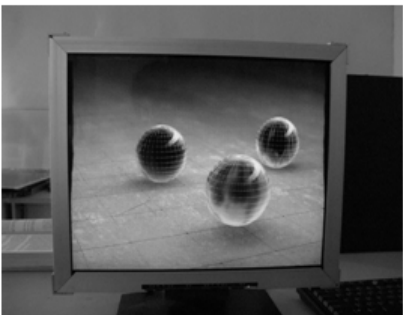


图 6 多视点自由立体显示器的显示效果

Fig. 6 Presentation of the image on a multi-view auto-stereoscopic display device

5 结 论

通过理论分析和实验验证,给出了一种从平面图生成视差图的方法。该方法利用 Matlab 建立规则曲面模型并为图片中的相应规则区域赋予深度信息,再根据不同观察点深度信息的投影原

理,得到具有视差的多幅视差图像,并在多视点自由立体显示器上得到了很好的立体显示效果。目前在处理过程中只能针对那些包含有规则形状的区域,对于较为复杂区域的深度赋值还有待进一步的研究。

参 考 文 献:

[1] Dodgson Neil A. Autostereoscopic 3D displays [J]. *Computer*, 2005, 38(8):31-36.

[2] 郝敦博,李大海,王琼华,等.柱面透镜自由立体显示器的分辨率损失研究[J].*液晶与显示*,2008,23(4):494-498.

[3] 方勇,吕国强,彭良清,等.3D 显示器视频转换系统设计及其 FPGA 实现[J].*液晶与显示*,2007,22(1):94-98.

[4] Sakamoto K. Parallax polarizer barrier stereoscopic 3D display systems [C]// *Proceedings of the 2005 International Conference on Active Media Technology*, Shimane University, Matsue Japan: IEEE, 2005:469-474.

[5] Wang Qionghua, Tao Yuhong, Li Dahai, *et al.* 3D auto-stereoscopic liquid crystal display based on lenticular lens [C]// *Proc of Asia Display*, Shanghai: AD'07, 2007:450-455.

[6] 梁发云,邓善熙,杨永跃.裸眼立体显示液晶屏的光学结构及设计[J].*液晶与显示*,2005,20(6):544-548.

[7] 赵仁亮,赵悟翔,王琼华,等.狭缝光栅自由立体显示器立体可视区域的研究[J].*光子学报*,2008,37(5):960-963.

[8] 文江涛,胡跃辉,吕国强,等.光栅式立体显示器重影问题的研究[J].*液晶与显示*,2007,22(3):310-314.

[9] 张立科. Matlab7.0 从入门到精通 [M]. 北京:人民邮电出版社,2006:24-137.

Capture of Parallax Image from 2D Images for Multi-View Auto-Stereoscopic Display

ZHANG Chao¹, WANG Qiong-hua², LI Da-hai², TAO Yu-hong², ZHANG Ying-quan²

(1. School of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China,

E-mail:chao831111@yahoo.com.cn;

2. Key Laboratory of Fundamental Synthetic Vision Graphics and Image for National Defense,

Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract

A novel method of converting a 2D image to a series of parallax images was proposed. By building curve plane models based on Matlab and giving the depth information for the areas in the image, the parallax images were obtained according to the principle of depth information projection for different observing points. An auto-stereoscopic display device presents stereo images by using the parallax images. The research is beneficial to the usage of the available 2D images for auto-stereoscopic displays.

Key words: auto-stereoscopic display; parallax image; transient matrix; depth matrix

作者简介:张超(1983—),男,陕西兴平人,硕士研究生,研究方向为三维立体显示。