

基于单帧图像的彩色立体图像的生成

赵 丽, 赵宇明, 万长明

(上海交通大学 图像处理与模式识别研究所, 上海 200030)

摘要:在分析柱透镜光栅立体图像制作原理的基础上, 提出一种基于单帧图像的计算机辅助彩色立体图像生成方法。采用实际景物某一角度的单帧图像, 自动模拟生成不同观测角的序列帧, 并以此为基础进行立体图像的合成。分析了该方法的误差, 提出相应的处理方案。实验表明, 该方法只需原实际景物某一角度的单帧图像, 在经济性和实用性上具有明显的优势。

关键词: 立体图像; 单帧图像; 图像插值; 图像合成; 柱透镜光栅

中图分类号: TP391.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2276(2003)04-0382-04

Composition method of color stereo image based on single frame image

ZHAO Li, ZHAO Yu-ming, WAN Chang-ming

(Institute of Image Processing and Pattern Recognition, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: Based on the principle of the lenticular screen covering color stereo-photograph and opticed theory of stereo imaging, a new composition method of the lenticular screen covering color stereo image based on single frame image is proposed. Instead of obtaining sequential images by expensive instruments, this method produces sequential images from only one image. Experiments indicate that the composed image is satisfactory and feasible and it has obvious advantage in economics and convenience.

Keywords: Stereo image; Single frame image; Image interpolation; Image composition; Lenticular screen

1 引言

当今, 人们对于视觉享受的要求越来越高, 立体图像应运而生, 并在广告、摄影、电影制作中有广泛应用。具有立体感的系统(stereoscopic system)将图像

以三维模型的形式展现, 使图像有“纵深感”, 从而达到立体效果。获得立体感的方法很多, 其中视差立体法最为简单, 观察者无需特制装置即可直接用肉眼观察, 其理论基础是利用光栅对光线的折射, 配合人的双眼视差和会聚形成立体感。

收稿日期: 2002-11-20; 修订日期: 2003-01-20

作者简介: 赵丽(1977-), 女, 江苏南京人, 硕士, 主要从事数字水印、图形、图像及视频处理、模式识别等相关领域的研究工作。

2 柱透镜光栅立体成像原理

利用柱透镜实现立体成像源于视差立体法,即利用人的双眼视差和会聚所构成的深度感,实现意识中的立体感。视差法的基本原理是将同一景物在不同视角拍摄到的图像按一定方式交织起来,以形成具有立体感的图像。在拍摄过程中,需选定景物的某一视点作为照相机的焦点,以一定的步长移动相机拍摄。移动步长的大小及拍摄图像的帧数由最终所需立体图像的效果决定。通常,图像数量越多,观察者获得的立体感就越逼真。柱透镜光栅的单向立体特性要求相机的拍摄高度应保持一致,不随拍摄角度的改变而改变,这将增加拍摄难度。

设拍摄得到的序列图像共有 N 帧,分别记为图像 1, 图像 2, ..., 图像 N , 其中每帧图像大小一样。将每帧图像等量分割成若干条子图(图 1); 图像 1 依次被切割成子图 1A, 1B, 1C...; 图像 2 依次被切割成子图 2A, 2B, 2C...; 同样依次等量切割其他图像, 按照 1A, 2A, ..., NA; 1B, 2B, ..., NB 的顺序合成各子图得到立体图。

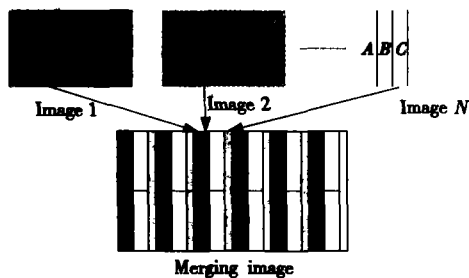


图 1 立体图像的合成模型

Fig. 1 Stereo image merging model

可以看出:同一景物的同一点在立体图像上相应会有多个点,而这正是立体感形成的原因。由于光栅的折射,人的双眼通过光栅观察时,在人的感觉中所成的像会离开纸面,形成立体感。若位错为零,则人眼观察到的成像点恰好在纸面上,因此立体图像同样存在景深问题。实际观察时,由于光栅表现的景深有限,位错不能太大,否则人眼感觉不舒服。另外,所要表现景物主体的成像应在纸面上,以充分发挥光栅的景深表现能力。

3 基于单帧图像的序列帧生成方法

现实中有很多证据说明,人的视觉系统具有深度感。其中的一些特点已体现在二维图像中^[1],例如:

- (1) 远景,物体越远,显得越小。
- (2) 对已知物体的大小能正确判断。
- (3) 遮蔽性,当物体 A 被物体 B 所遮蔽时,会认为物体 A 在物体 B 的后面。
- (4) 光线和阴影隐藏着物体之间的前后左右关系。
- (5) 相对移动性,物体的移动角速度与距离有关。

利用二维图像中的信息,提出基于单帧图像的序列图像生成方法,即将图像中的内容分层,通过改变图像中层与层之间的位置关系,模拟生成图像序列帧。分层层数的多少,层与层之间位置关系的改变及其改变幅度的大小,都将直接影响生成图像序列帧的效果。基于单帧图像生成图像序列帧的步骤如下:

- (1) 利用基本的视觉习惯,将二维图像中的内容分层,设共有 M 层,各层分别为 1, 2, 3, ..., M ;
- (2) 确定各层内容之间的前后位置,将所有层内容归为前景、中景和背景三类中的一类,取一虚拟位置为基准设为 0,规定最前面一层的位置为 +100,最后面一层的位置为 -100,并根据各层间的前后关系确定各层内容的具体位置,前景在 0~+100 之间,后景在 -100~0 之间;

(3) 各层移动方向的确定:在图像序列帧中,由于拍摄角度的改变,图像中各层间的位置关系会有所改变。以五层内容为例(见图 2),假设原始景物中各层内容恰是从角度 2 拍摄到的结果,当变换拍摄角度,从左侧拍摄也就是角度 1 的位置时,则拍摄得到的结果为:前景向右移,后景向左移;而当从右侧拍摄也就是角度 3 的位置时,则拍摄得到的结果为:前景相应向左移,后景相应向右移。依据此基本原理,确定在生成图像序列帧时,每一帧图像中层与层之间的关系;

- (4) 各层移动步长的确定:移动步长的大小和各层的前后位置有关,离开基准层的距离越远,则移动步长越大,当某层恰好在基准层的位置时,则无论如

何改变拍摄角度,该层的位置保持不变。由于前景与后景的移动方向不同,计算移动步长时,将前景和后景分别处理。设前景中第 i 层距离基准层的距离为 x (图 2),前景中第一层距离基准层的距离为 100,而第一层的移动步长为最大,可根据图像大小选取第一层的移动步长为 n_{step} ,则第 i 层的移动步长满足:

$$i_{\text{step}} = \frac{x * n_{\text{step}}}{100}$$

同理,可确定后景各层的移动步长。

(5) 生成图像序列帧:依照位置关系合成各层的内容以得到每帧图像,须确保合成后的图像仍符合人们的视觉习惯,即前景始终应该在后景的前面,前后景重叠的部分后景应当被遮住。

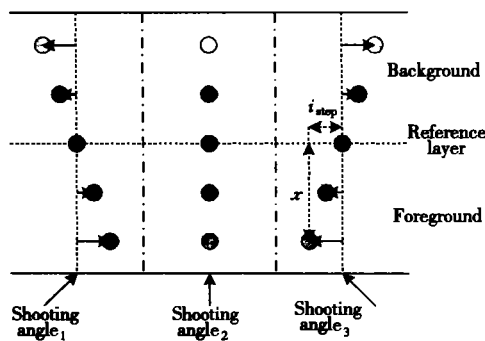


图 2 各层移动方向示意图

Fig. 2 Example of the motion direction of each layer

4 立体图像的合成及重采样

按上述方法生成基于单帧图像的序列帧,下面进行立体图像的合成。合成过程中首先需要确定立体图像的输出宽度及所选用光栅的栅距。假定序列图像的帧数为 N ,每帧图像的大小为 $H_1 \times W_1$ 像元,输出宽度为 W_0 ,光栅宽度为 W_R ,则每帧图像被切割的子图条数为:

$$N_P = W_0 \times W_R$$

每个子图大小为:

$$H_{S1} \times W_{S1} (\text{像元})$$

式中 $H_{S1} = H_1; W_{S1} = W_1 / N_P$ 。

根据柱透镜光栅立体成像原理,将切割后的图像条按序排列,得到一幅包含立体信息的图像。该合成

图像大小为:

$$H_{C1} \times W_{C1}$$

式中 $H_{C1} = H_1; W_{C1} = W_1 / N$ 。

宽度为原始图像的 N 倍,根据覆盖光栅栅距大小,对合成立体图像进行重采样,重采样时须保证每一组图像条占满一个栅距。

5 误差分析

上述的合成方法中存在一定的误差。首先,子图条数(PieceNumber)不一定是整数。其次,即使子图条数恰为整数,也不能确保子图宽度 W_{S1} 恰为整数像素。小数问题的出现就意味着剩余像素的出现,如何处理这些剩余像素,将直接影响到立体图像合成的速度和效果。

理论上,在光栅栅距下应当恰好分布一组图像条的信息,而每组图像条的信息应当从序列图像的各帧图像中均匀截取,但实际上是不可能的。误差处理方法强行将子图宽度取为整数像素,绕过小数,不仅加快处理速度,而且合成图像可获得很好的立体效果。为实现这一点,可采用以下两种方法:

(1) 改变合成立体图像的输出宽度 W_0 。

$$W_0 = (W_1 \times W_R) / [\text{int}(W_{S1})]$$

其中 int ——强行取整运算。该方法可以绕过小数问题,简化了处理过程。对合成立体图像输出宽度有明确要求时,可采用第 2 种方法。

(2) 改变原始图像宽度 W_1 。

$$W_1 = \text{int}(W_{S1}) * \text{int}(W_0 / W_R)$$

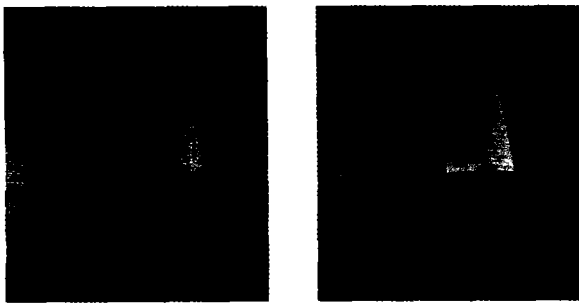
该方法对每帧原始图像进行重采样,仍采用双线性插值法,基本思想是保证子图宽度恰为整数像素。当输入序列图像较大、数目较多时,对之进行重采样将影响运算速度。

6 结论

基于人们对视觉享受的高要求,立体图像在日常生活、广告宣传、文化娱乐、包装装潢、建筑装饰、出版教育、防伪技术及旅游纪念品等方面,都有广泛的应用前景。单帧图像的计算机辅助彩色立体图像生成

方法采用实际景物某一角度的单帧图像,自动模拟生成描绘此景物不同观测角的序列帧,并以此序列帧为

果需加光栅观察)及原始的单帧图像。原始图像大小为 236×354 像元,生成序列图像的帧数为 3 帧,输出宽度为 6 cm,合成图像 DPI 值为 39.4 像元/cm,光栅栅距为 0.03 cm。



(a) Original image (b) Stereo image
(a) 原始单帧图像 (b) 生成的立体图像

图3 单帧图像合成的立体图像

Fig. 3 Stereo image merging with single frame image

基础,根据柱透镜光栅立体图像制作原理进行立体图像的合成。该方法的优点是操作简单、效率高、成本低,缺点是合成图像层与层之间有立体感,但在层的内部没有立体感。图3为生成的立体图像(其立体效

参考文献:

[1] Paul Bourke: Generating autostereoscopic lenticular images. [Online] Available from <http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/stereographics/lenticular/>

[2] 董永贵,沈立,冯冠平,等.一种基于柱透镜光栅的计算机辅助彩色立体图合成方法[J].光学技术,1999,(3):66-68

[3] 康立民.立体照片的拍摄及合成[J].北京机械工业学院学报,1996,11(2):30-42.

[4] 侯卫兵.大幅面彩色喷涂系统及相关技术的研究[D].北京:清华大学,1997.

[5] Pollard S B, Mayhew J E W, Frisby J P. Implementation details of the PMF stereo algorithm. 3D model recognition from stereoscopic cures[M]. Cambridge Mass. MIT, 1991

书讯

最新内部资料——《红外与光电系统手册》

《红外与光电系统手册》共八卷,由美国红外信息分析中心和国际光学工程学会 1993 年联合出版,是在 1978 年出版的《红外手册》的基础上完成的,是当今最新的技术资料。为方便广大读者,我编辑部将此书全部译成中文并出版发行,印量有限,有需求者请速与我编辑部联系。

第1卷 红外辐射

- 第1章 辐射理论
- 第2章 人工辐射源
- 第3章 自然辐射源
- 第4章 辐射测量术

第2卷 辐射的大气传输

- 第1章 大气透射
- 第2章 通过大气湍流的传输
- 第3章 空气动力学效应
- 第4章 非线性传输:热晕

第3卷 光电元器件

- 第1章 光学材料
- 第2章 光学设计
- 第3章 光机扫描应用、技术和器件
- 第4章 探测器
- 第5章 红外传感器的读出电路
- 第6章 低温制冷系统的热学与机械设计

第7章 图像显示技术以及在机载条件下的特殊问题

- 第8章 摄影胶卷
- 第9章 调制盘
- 第10章 激光器

第4卷 光电系统设计、分析和测试

- 第1章 光电成像系统的基础分析
- 第2章 光电成像系统性能预测
- 第3章 光学机械系统设计
- 第4章 红外成像系统的测试
- 第5章 跟踪和控制系统
- 第6章 信标预测和建模

第5卷 被动光电系统

- 第1章 红外行扫描系统
- 第2章 前视红外系统
- 第3章 凝视传感器系统
- 第4章 红外搜索/跟踪系统

第6卷 主动光电系统

- 第1章 激光雷达

第2章 激光测距仪

- 第3章 毫米波雷达
- 第4章 光纤系统

第7卷 光电对抗系统

- 第1章 报(预)警系统
- 第2章 伪装、抑制及屏障系统
- 第3章 主动红外对抗
- 第4章 消耗性诱饵
- 第5章 光学和传感器的保护
- 第6章 遮挡对抗

第8卷 新系统和技术

- 第1章 非常规成像系统
- 第2章 自适应光学
- 第3章 传感器与数据融合
- 第4章 自动目标识别系统
- 第5章 定向能量系统
- 第6章 全息学
- 第7章 视觉耦合系统的设计考虑