

纹理映射与光照处理关系研究及应用

张群会,狄效儒

(西安科技大学 计算机学院,陕西 西安 710054)

摘 要:纹理映射和光照处理在实际应用中往往被分别计算结果。而在定光源模型下,基于仿射变换的纹理映射和 Gouraud 明暗处理以及 Phong 明暗处理在原理上却是一致的。光照处理可以使用纹理映射的方法实现,而且这种方式能更方便地将纹理映射、光照处理以及基于干扰函数的凹凸映射以纹理融合的方式合并为一次纹理映射,从而能加快计算速度。文中提出一种纹理映射与光照模型综合处理方法,该方法在不使用任何图形支持库下,而用软引擎实现真实感三维地貌显示系统,取得了理想的效果。

关键词:仿射变换;纹理映射;光照处理

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)01-0232-03

Research of Relation Between Texture Mapping and Illumination Model and Its Application

ZHANG Qun-hui, DI Xiao-ru

(School of Computer Science & Technology, Xi'an University of Science & Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: Texture mapping and the disposal of the illumination are usually processed separately in the practical application. However, in the fixed illumination model, the affine transformation based texture mapping and Gouraud shading or Phong shading have the same principle. And the disposal of the illumination can be implemented by texture mapping method; moreover, on its application, texture mapping and the disposal of the illumination and the disturbing function based bump mapping can be conflated easily by texture blending into a single mapping, thereby speeding up the calculation. Without using any part of graphic API, this method has successful application in the realistic three dimension landforms display system during task research work.

Key words: affine transformation; texture mapping; illumination model

0 引言

Catmull在20世纪70年代首次采用了纹理映射技术^[1],纹理映射技术得到了广泛的应用^[2]。近年来,针对于不同的形状的物体人们发明了多种映射的方法,主要有正向映射、反向映射、两步纹理映射以及局部区域纹理映射^[3~5]。

前两种方法主要针对参数曲面。两步纹理映射则根据实际物体的具体形状选择一种中介曲面,将映射过程分为两步进行:第一步将纹理图案映射到中介曲面上,第二步用中介曲面包围物体,并将其上的纹理映射到物体表面。局部区域纹理映射是在物体空间中选取一个局部区域,将纹理空间根据一一对应的映射方

法,映射到该区域。生成真实感图形还必须有光照处理,最常用的光照模型有 Gouraud 明暗处理和 Phong 明暗处理,但它们生成的图形因颜色过于光滑而往往失去真实感。因此为了生成表面凹凸纹理的真实效果,Blinn提出的扰动表面法线的方法成为凹凸映射最流行的方法^[4]。

文中介绍一种针对于地质学上最常用的网格数据(高度图)的纹理映射具体实现方法:基于仿射变换^[6]的纹理映射。而对于参数曲面、多面体^[7~9]可以先对其网格化得到网格数据后使用此方法。基于仿射变换的映射本质上是局部区域纹理映射。文中还分析了基于仿射变换的纹理映射和光照模型的关系,得到了在定光源模型下,纹理映射和 Gouraud 明暗处理(或 Phong 明暗处理)在原理上的一致性,光照处理可以用纹理映射的方式实现,并利用这一特点使纹理映射、光照处理、凹凸映射合并为一个等价的过程,因此减少了存储容量并加快了计算速度。

收稿日期:2009-05-19;修回日期:2009-08-24

基金项目:2008年国家创新基金(08C26216111454)

作者简介:张群会(1956-),男,硕士,教授,研究方向为科学计算可视化,图形图像处理,模式识别。

1 基于仿射变换的纹理映射

仿射变换数学表达式为:

$$W: \begin{cases} x' = ax + by + e \\ y' = cx + dy + f \end{cases}$$

基于仿射变换的纹理映射的基本思想是:对纹理图区域空间与三维面投影后的屏幕空间求出一簇仿射变换,从而求出屏幕空间内各点对应在纹理图区域空间的坐标值,并由此计算出该点的像素值。仿射变换表达式中有6个参数,因此需要3对点坐标确定一个仿射变换。这样基于仿射变换的纹理映射中,三维模型中的面必须是三角面,或者是顶点共面的多边形面,二维纹理图的分块也必须是对应的形式。多面体、自由曲面的纹理映射经过三角剖分后,也可以使用这种纹理映射方式。在此为了描述方便,三维模型假定为三角面片模型。

基于仿射变换的纹理映射的做法是:

- * 将二维纹理图像三角分块,块数和三维模型的面数一样多,即一一对应。这样每一个三维面对应于纹理图的一个区域;

- * 空间面做透视投影变换,然后用扫描线算法得到每个投影面内的点;

- * 求出投影后的面(仍为三角面)与它对应于纹理图上的三角面的一个仿射变换;

使用2个三角形的6个顶点来确定一个仿射变换。

- * 根据此仿射变换,反算投影三角面内的点对应在纹理图像区域上的点;

- * 根据反算出的点得到纹理图上对应的像素值。如果点坐标不是整数,则用双线性插值法求出对应的像素值。

此方法由于在一个三角形内只须求一次仿射变换就能确定三角形内所有纹理坐标,从而加快了计算速度;根据仿射变换反算出纹理图像上的坐标点然后进行双线性插值得到像素值,保证了纹理的平滑过渡。由于三维模型是网格数据,可以使用深度优先算法进行消隐面处理。此方法不足之处是必须对物体进行三角面剖分,三角面的多少决定了计算速度和图形的真实感。

2 光照处理与纹理映射的关系

Gouraud 明暗处理原理是根据多边形顶点的光强值,插值出多边形内点的光强值。如图1所示。

设多边形顶点 V_1, V_2, V_3, V_4 。经过其内一点 S 的扫描线与其两边相交于点 A, B 。设多边形顶点光强值分别为 I_1, I_2, I_3, I_4 。交点 A, B 和点 S 的光强值设为

I_a, I_b, I_s , 则光强插值计算表达式为:

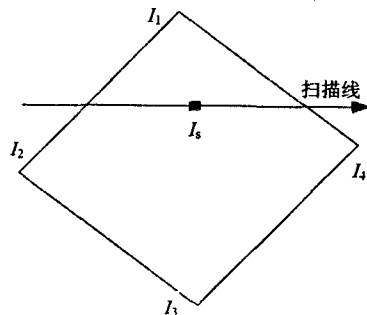


图1 光强插值

$$I_a = [I_2(y_a - y_2) + I_1(y_1 - y_a)] / (y_1 - y_2)$$

$$I_b = [I_4(y_b - y_4) + I_1(y_1 - y_b)] / (y_1 - y_4)$$

$$I_s = [I_b(x_b - x_s) + I_a(x_s - x_a)] / (x_b - x_a)$$

针对于三角面投影后仍是三角形,这里讨论三角形内的光强插值,因此去除点 V_4 。

将此表达式变成另外一种形式,令

$$f_1 = (y_a - y_2) / (y_1 - y_2)$$

$$f_2 = (y_b - y_4) / (y_1 - y_4)$$

$$f_3 = (x_b - x_s) / (x_b - x_a)$$

则插值表达式变为:

$$I_a = I_2 \times f_1 + I_1 \times (1 - f_1)$$

$$I_b = I_4 \times f_2 + I_1 \times (1 - f_2)$$

$$I_s = I_b \times f_3 + I_a \times (1 - f_3)$$

如图2所示, f_1, f_2, f_3 实际表示交点 A, B 和点 S 在其所在边中的定比。当 f_1, f_2, f_3 不发生变化,即点 S 在三角形中的定比关系不发生变化,无论三角形如何变形(不同视角的透视投影后的三角面不同), S 点的光强值总是相同。这也正是 Gouraud 明暗处理的特点。

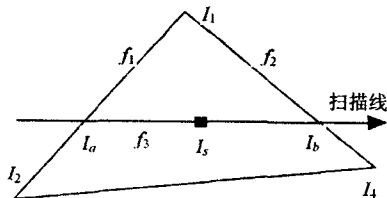


图2 光强插值的比例插值形式

因此所有的透视投影面在进行双线性光强插值时,都可以用另外一个特定三角形等价插值。如图3,令三角形顶点光强值和图2相同,且 S 点相对于三个顶点的定比不变,则 S 点处光强值和图2中 S 点光强值也相同。

可以看出,只要求出图2三角形与图3三角形的一个仿射变换,那么图2三角形内任意一点在图3三角形都有一个对应的点,从而可以在图3三角形中取得对应的光强值,并且此值和图2三角形内点根据顶

点做双线性插值得到的结果相同。

在定光源模型下,三维模型上的各顶点光强值不随视角变化而变化,因此恰好满足了三角面顶点的光强值不变。如果将图 3 三角形内各点的光强值先计算好并存储,当图 2 三角形变形后,其内任意一点都可以根据与图 3 三角形的仿射变换求出对应光强值,而不需要再用双线性插值出光强值。这样 Gouraud 明暗处理的方式就和纹理映射处理方式相同了。

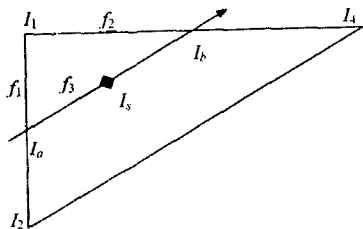


图 3 光强等价插值

基于仿射变换的 Gouraud 明暗处理实现过程:

- * 在平面上建立三角形,平面三角形个数和三维模型中三角面个数一样多,这样三角形面之间有一一对应的关系;

- * 将平面三角形各顶点赋值,此值是对应的三维模型中三角形顶点的光强值;

- * 根据平面三角形顶点光强(或法向量)值,用双线性插值法将平面三角形内各点赋相应的光强值;

- * 空间三角面透视投影后变成平面三角形,用扫描线法得到其内各点;

- * 求出投影后的三角形和与其对应的平面三角形的一个仿射变换;

- * 根据此仿射变换,反算出透视投影面内的点对应在平面三角形内的点;

- * 计算出反算出点的光强(或法向量)值。如果反算点的坐标不是整数用双线性插值法求出对应的光强(或法向量)值。

纹理映射的方式实现 Gouraud 明暗处理是在预处理中存储了光强值(光强值可以存储成一张图片),然后再将此图片映射到物体模型上,而无需重新计算顶点法向量值。这样的方法实现的结果等价于光照处理实现的结果。

在定光源模型下,Phong 光照处理和 Gouraud 光照处理一样,都能用纹理映射的方式实现。如果在预处理中存储的不是光强值,而是 Phong 光照模型处理中经过扰动函数扰动后的法向量值,并将其量化在(0,1)内作为一张纹理,再与一张真实感的纹理进行融合,生成一幅新的纹理,那么将这张新纹理映射到物体上就是将纹理映射、Phong 光照处理、凸凹映射合并为一个映射过程。

3 结束语

文中针对与网格数据三维模型介绍了一种基于仿射变换的纹理映射,并在定光源模型下讨论了此方法和光照处理之间的关系,提出一种等价于光照处理的纹理映射实现的方法。用此方法在主频为 1.83GHz 的 PC 机下,用 C++ 语言完成了将纹理映射、光照模型以及凸凹映射三者合一的实验。在这种软引擎条件下,每次界面刷新所需时间大都在 100~200ms,取得了理想的效果。图 4 是用文中提出的方法实现的是光照模型和凸凹映射的效果,其中选择了一副量化在(0,1)内的高度图做为离散扰动函数。图 5 则实现纹理映射(草地)、光照模型以及凸凹映射并作为一个过程的效果。文中提出方法只能在定光源模型(如 Surfer 系统的等值线图)下使用,因此具有一定局限性。

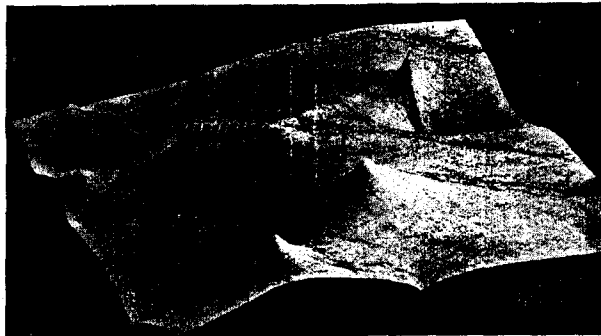


图 4 凸凹映射

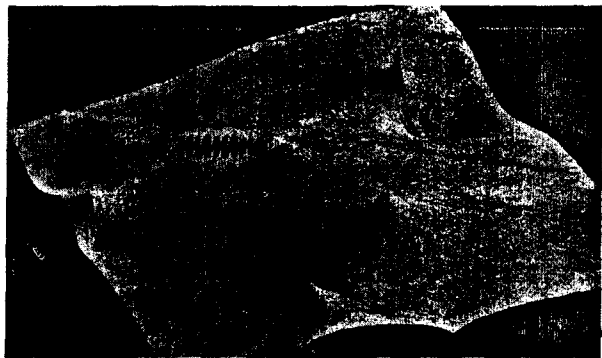


图 5 纹理(草地)贴图和凸凹映射

参考文献:

- [1] Catmull E. A Subdivision Algorithm for Computer Display of Curved Surfaces[D]. Utah: Dept. of Computer Science, University of Utah, 1974.
- [2] Kwatra V, Schodl A, Essa I, et al. Graphcut textures: Image and video synthesis using graph cuts[J]. ACM Transactions on Graphics, 2003, 22(3): 277-286.
- [3] 刘晓梅, 秦文虎, 赵正旭. 一种基于面积比不变性约束的曲面纹理算法[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(9): 1-3.
- [4] Blinn F. Simulation of Wrinkled Surfaces[C] // Computer

(下转第 238 页)

* 其他将来在维修过程中需要的测试点。

(2) 排除环境电平干扰。

在 EMC 认证测试中,一般都在屏蔽室、电磁暗室或者开阔试验场地进行,目的是消除电磁环境电平的影响。但在 EMC 预测试时,由于测试是在普通的实验室或者工作环境中进行的,将不可避免地受到电磁环境电平的干扰,所以应该采取措施来消除这种干扰,如通过记录被测设备 EUT(Equipment Under Test)开机前后电磁环境变化来区分电磁环境电平和 EUT 发射的干扰信号、缩短电源线的长度、对电源线采取屏蔽措施、在电源线附近不要放置铁制品(因为可能吸收 EUT 发射的干扰信号,从而减弱了电流探头采样的信号强度而导致错误读数)。

4.2 环境测试规范

军用电子器件环境测试一般包括耐湿、稳态寿命、间歇寿命、稳定性烘焙、盐雾、温度循环、热冲击、内部水汽含量等测试内容^[11,12]。在 PCB 环境测试中,试验条件要求具体、细致,需要逐项落实才能得到真实、可靠的试验结果,并由此推断出产品在相应环境下的实际性能。根据 GJB548B、GJB360A 标准并参考相关 IPC 标准及测试特点,又有相关测试规范要求。

(1) 注重对板卡的可靠性与稳定性验证。

军用板卡对自身的可靠性与稳定性要求极为苛刻,民用或工业用 PCB 无法比拟。在环境测试中,对板卡测试的主要目的就是验证其可靠性与稳定性。因此,应对相关测试过程及结果记录格外细心、谨慎。

(2) 严格按照测试要求设定试验环境。

环境测试时,通过模拟恶劣的工作环境来验证军用板卡在恶劣环境中的性能。因此,对 PCB 进行相关环境测试时,要按照标准设置试验条件。环境测试一般是以加速方式评估产品在相应环境下的特定性能,若试验条件不达标或设置超标,则很难得到产品实际性能、达到测试目的。

5 结束语

随着军队信息化浪潮的逐步推进,军用嵌入式系

统将更加深入部队装备建设的方方面面。在装备设计、生产中普及、落实军用板卡设计、测试规范,对提高军用嵌入式系统可靠性、缩短设计周期、降低研发费用有着积极的意义。

如能准确把握、严格落实,必将有助于推动我军装备建设水平进一步的提高。

参考文献:

- [1] 顾海洲,马双武. PCB 电磁兼容技术——设计实践[M]. 北京:清华大学出版社,2004:13-18.
- [2] 郑军奇. EMC(电磁兼容)设计与测试案例分析[M]. 北京:电子工业出版社,2006:274-276.
- [3] Arulvanan P, Zhong Z W. Assembly and reliability of PBGA packages on FR-4 PCBs with SnAgCu solder[J]. Microelectronic Engineering. 2006,83(12):2462-2468.
- [4] Shahparnia S, Ramahi O M. Electromagnetic Interference (EMI) Reduction From Printed Circuit Boards (PCB) Using Electromagnetic Bandgap Structures[J]. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility,2004(11):580-587.
- [5] 付清荣,赵建东. 基于 SI 的数字电路 PCB 高速设计[J]. 微计算机信息,2008,24(9-2):298-300.
- [6] 巨政权,原亮,李浩,等. 基于 S3C2440 和 SM501 的嵌入式系统硬件设计[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):207-209.
- [7] 崔玉莲. 嵌入式系统 PCB 的可信性设计[J]. 电子质量,2008(9):33-34.
- [8] 王燕飞,金瓯,贺建飞. 嵌入式系统的安全技术研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(8):152-154.
- [9] 刘丽君,贺占庄,李灏. 基于 PowerPC 的嵌入式系统硬件设计[J]. 计算机技术与发展,2008,18(2):251-253.
- [10] Leung E S W, Yung W K C. Quality and Reliability of High Aspect - Ratio Blind Microvias Formed by Laser - Assisted Seeding Mechanism in PCB[J]. IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing,2004(4):115-124.
- [11] GJB 548B-2005. 微电子器件试验方法和程序[S]. 北京:总装备部军标出版发行部,2007.
- [12] GJB 360A-1996. 电子及电气元件试验方法[S]. 北京:中华人民共和国电子工业部,1996.

(上接第 234 页)

- Graphics Proceedings. (ACM Siggraph Annual Conference Series). Atlanta:[s. n.],1978:286-292.
- [5] 江巨浪,张佑生,薛峰,等. 两步纹理映射的改进算法[J]. 系统仿真学报,2006,18(5):1157-1194.
 - [6] 孙博文. 分形算法与程序设计[M]. 北京:科学出版社,2004:86-87.

- [7] 李学庆,孟祥旭,杨承磊,等. 一个基于球面映射的视景生成系统[J]. 系统仿真学报,2001,13(s):129-132.
- [8] 范波,吴慧中. 多面体表面纹理映射方法的研究[J]. 计算机研究与发展,1999,36(4):446-450.
- [9] 江巨浪,张佑生. 一种适用于球面局部区域的纹理映射算法[J]. 中国图象图形学报:A 辑,2004,9(9):1112-1116.