

硕 士 研 究 生 读 书 报 告



题 目 计算机图形学中的纹理映射技术

作者姓名 阮野

作者学号 21651044

指导教师 李启雷

学科专业 移动互联网与游戏开发

所在学院 软件学院

提交日期 二〇一七 年 一 月

Reading Report Of Computer Graphics

A Dissertation Submitted to

Zhejiang University

in partial fulfillment of the requirements for

the degree of

Master of Engineering

Major Subject: Software Engineering

Advisor: Qilei Li

By

Ye Ruan

Zhejiang University, P.R. China

2017

摘 要

随着现代计算机技术的发展，图形学作为计算机与人类交互的视觉交互的重要部分，得到了迅速的发展。它是研究用计算机生成、处理和显示图形的一门学科。无论是在硬件方面的发展，还是在软件方面，如GUI，计算机图形学都在迈向成熟的过程中进步。计算机图形学的快速发展与人们对它的应用需求是密不可分的。如今，计算机图形学己在科学、工程、医学、娱乐、广告、图形艺术、商业、教育和培训等众多领域得到了应用。文章讨论了计算机图形学的发展以及相应技术的进步。

**关键词：图形学，交互，软件**

Abstract

With the development of modern computer technology, graphics has been rapidly developed as an important part of the visual interaction between computers and humans. It is a discipline that studies computer-generated, processed, and displayed graphics. Whether in hardware development or in software, such as GUI, computer graphics are progressing toward maturity. The rapid development of computer graphics and people's application needs for it are inseparable. Today, computer graphics has been applied in many fields such as science, engineering, medicine, entertainment, advertising, graphic arts, business, education, and training. The article discusses the development of computer graphics and the progress of corresponding technologies.

**Keywords**：Graphics, interactive, software

计算机图形学是研究用计算机生成、处理和显示图形的一门学科。它的重要性体现在人们越来越强烈地需要和谐的人机交互环境：GUI 已成为软件的重要成分，以图形的方式表示抽象的概念或数据已成为信息领域的发展趋势。几十年来，计算机图形系统得到了快速的发展与应用。在硬件方面，现已广泛使用的有高分辨率和高速度的光栅扫描显示器、各种高性能的绘图仪和打印机、多种多样的图形输入设备等；软件方面，目前的图形软件标准正朝着高性能、开放式和高效率的方向发展，各种计算机绘图软件不断涌现，以满足众多领域的应用要求。所有这些都表明，计算机图形学已发展成为一门较为成熟的学科。

用计算机生成三维形体图形，是计算机图形学的基本研究内容。三维计算机图形的生成一般需要经历三维物体造型、取景变换、视域裁剪、消除隐藏面及可见光亮度计算等步骤。物体最初定义在自己的局部坐标系中，经过模型变换，它以一定的形状、尺寸存在于场景坐标系的某个位置。在场景坐标系中指定物体的表面属性和光照属性，给出视点的位置和视线方向，进行视域变换，置入视点坐标系中。在视点坐标系中，进行背面剔除、视域四棱锥裁剪。指定屏幕的有关参数，进行透视变换，把物体放入屏幕坐标系。再进行光栅化、隐藏面剔除和光亮度计算，最后进行显示。

计算机图形学的快速发展与人们对它的应用需求是密不可分的。如今，计算机图形学己在科学、工程、医学、娱乐、广告、图形艺术、商业、教育和培训等众多领域得到了应用。

真实感图形绘制是计算机图形学的一个重要组成部分。它综合利用数学、物理学、计算机科学和其他学科知识在计算机图形设备上生成象彩色照片那样的真实感图形。近几年来，随着多色彩高分辨率光栅图形设备的普及，真实感图形绘制技术在各个领域中得到了广泛的应用，日益受到人们的重视，发展速度极快。利用计算机绘制真实感图形有很大的实用价值。在产品外型设计、飞行训练、战斗模拟、分子结构研究、医学、计算机动画；以及影视广告等领域都有很高的应用价值。该项工作从六十年代便开始进行了相应的研究，自从七十年代中期首次采用纹理映射技术生成景物表面的纹理细节以来，纹理映射技术一直得到了广泛的研究与应用，对真实感图形技术的快速发展发挥了十分重要的作用。到八十年代随着显示设备质量的提高，已可以生成细腻的、色彩丰富的真实感图形了。随着几何造型、实体建模技术、快速消隐算法、体绘制技术、全局光照模型、辐射度方法以及不断改进的光线跟踪技术的发展，使真实感图形的质量得到了极大的提高；用于绘制特殊形态客体的粒子系统、纹理技术等提供了更加丰富多彩的真实感图形；此外，近几年基于图像的绘制技术和基于点绘制的真实感图形生成技术也得到了较好的发展。

要用计算机图形设备绘制场景的真实感图形，就必须首先在计算机中建立该场景的模型，用这个模型来反映场景的特点和属性。这一模型通常是由一批几何数据及数据之间的拓扑关系来表示的，这就是造型技术，它是真实感图形绘制技术的重要组成部分。 有了三维场景的模型，并给定了观察点和观察方向以后，就可以通过几何变换和投影变换在屏幕上显示该三维场景的二维图像。为了使二维图像具有立体感，并尽可能逼真地显示出该物体在现实世界中所观察的形象，就需要运用适当的光照模型，来模拟场景在现时世界中受到各种光源照射时的效果，这就是真实感图形的画面绘制技术，也就是真实感图形的生成技术。

通过光照等方法生成的物体图像，往往由于其表面过于光滑和单调，看起来反而不真实，与现实生活中所看到的景物表面有很得的差别。这是因为现实世界中的物体，其表面往往有各种纹理，即表面细节，而引起这种差别的一个主要原因是忽略了对物体表面细节的模拟。按照纹理表现形式的不同，纹理可划分为三种：颜色纹理、几何纹理与过程纹理。例如，刨光的木材表面有木纹，建筑物墙壁上有装饰图案，机器外壳表面有文字说明它的名称、型号等。它是通过颜色色彩或明暗度的变化体现出来的表面细节，这种纹理称为颜色纹理。生成颜色纹理的一般方法是在一平面区域上预先定义纹理图案，然后建立物体表面的点与纹理空间的点之间的对应——即映射。当物体表面的可见点确定之后，以纹理空间的对应点的值乘以亮度值，就可以把纹理图案映射到物体表面。另一类纹理则是由于不规则的细小凹凸造成的，例如桔子皮表面的皱纹和石材表面的凹痕，称凸包纹理。还有一种纹理是直接在三维空间用纹理函数来定义的，比较突出的是应用于木纹效果上，我们又称之为过程纹理。

纹理一词的意义广泛,至今没有一个确切的定义。一般认为,纹理应该具有以下三种特征:第一,某种局部的序列性在较大区域内重复:第二,序列是由基本部分排列组成的;第三,各部分大致都是均匀的统一体,纹理区域内任何地方都有大致相同的结构。从直觉上来说,纹理是一种在每个局部区域都有相同统计特征的图形。

纹理映射是通过将数字化的纹理图像覆盖或投射到物体表面，从而为物体表面增加表面细节的过程。纹理图像可以通过采样得到，也可以通过数学函数生成。物体的很多表面细节多边形逼近或其他几何建模的方法是难以表现的，因此纹理映射技术能够使得计算机生成的物体看起来更加逼真自然。在本文中将介绍模拟物体表面细节的方法，它们使生成的图形更接近自然景物。

我们将景物表面纹理细节的模拟称为纹理映射技术。一方面，利用纹理映射技术可以达到模拟景物表面丰富的纹理细节的目的，提高计算机生成图形的真实感。另一方面，采用纹理映射的方法可以大大简化建模的过程。自从 70 年代中期首次采用纹理映射技术以来，纹理映射技术得到了广泛的研究和应用。随着对真实感图形生成技术提出的要求越来越高，纹理映射技术的研究更加显示出其重要的意义。

纹理映射过程是先在一个纹理空间中制作纹理图案，然后确定三维物体表面的点与纹理空间中点的映射关系，按一定的算法将纹理空间的纹理图案映射到三维物体上。由于纹理图案是预先在纹理空间中制作的，纹理映射主要解决映射关系的确定和纹理的反走样处理，这样就可以用较少的时间和空间代价，取得图形的高度真实感效果。对于二维图像纹理，就是如何建立纹理与三维物体之间的对应关系；而对于几何纹理，就是如何扰动法向量；对于过程纹理，就是直接在三维空间用纹理函数来定义纹理。

有一种不用修改物体表面的几何性质,就可以模拟真实的物体表面凸凹不平效果的有效方法一一凸凹映射技术,又称为几何纹理映射技术。该技术简单易行,得到了广泛的应用。它通过用一个扰动函数改变物体表面法线方向,从而在光照模型计算中影响光线的反射方向,以模拟物体表面凸凹不平的效果。但是,由于法线扰动方法不改变物体表面的几何性质,因而立体感不足,最明显的缺陷就是物体的轮廓线依然光滑。此外,自然界中物体表面的凸凹差别非常大,凸凹的颜色,凸凹区域的大小以及凸凹的高度和深度都有很大的不同，用法线扰动方法很难进行真实感很强的模拟。

而位移映射技术,它通过扰动景物表面上各个采样点的位置来模拟表面的粗糙不平的效果,扰动量依赖于给定的几何纹理值。位移映射技术本质上是物体表面的造型过程,该过程重新构建物体的表面,因而可以在物体的轮廓线上出现肉眼可以捕捉的凸凹。在造型结束后可以用传统的方法对其进行纹理贴图,从而模拟物体表面的几何纹理。

二维纹理映射是使用最为广泛的技术之一,为许多的商业绘图软件所采用。二维纹理映射实质上是建立从二维纹理平面(样图)到三维景物表面的一个映射。通过这种技术,纹理空间中的某一点(u,v)的灰度和颜色值被映射到了景物空间的某一点P。有多种纹理映射的算法,例如Catmull算法、两步法等等。

二维纹理映射要解决两个问题,一个是纹理映射的快速计算,另一个是映射中的反走样。纹理映射中有多种反走样技术,如近似可见变化滤波等。

用一幅样图作为输入很难表现物体表面的几何特征。如果使用多幅图输入,就相当于从多个角度来观察物体,这样的多幅图实际就包含了物体表面细节的立体信息,而表面细节对于表现几何纹理是至关重要的。正是基于这一考虑,Dana等人提出T双向纹理函数(BidireetionalTextureFunetion,BTF)方法。BTF方法首先建立一个数据库,用于记录不同材质在不同的光照和视角组合条件下的纹理属性。对于物体表面的不同区域,首先按光源和视点位置计算该区域对应的光线的入射和反射角度值,然后在数据库中查找到对应的纹理数据,并将其映射到对应的表面网格区域上。显然,BTF方法必须处理各个小面片衔接处的像素的灰度和颜色,以防止在绘制的时候出现明显的接缝。

二维几何纹理合成以一幅样图作为输入,在任意大小的目标区域上合成输出纹理。在该方法中,目标图的像素值由目标图和样图的像素邻域匹配计算来确定,然后按一定的算法从样图中选择一个像素作为目标图中当前像素的值。这一方法包括光栅扫描顺序的确定和加速的树型结构矢量量化算法。Ashikhmin修改了这种方法,它的基本思想是不在样图像素的全部邻域空间内搜索匹配的像素,而只在查询到的邻域内搜索像素,从而有效地保持了纹理的一致性。二维纹理合成方法可以用于景物空间中物体表面上的几何纹理绘制。

三维纹理映射又称为体纹理技术。该技术可以简单描述如下:将三维纹理函数直接定义在三维空间中,即 (x,y,z),其中(x,y,z)为三维空间中一个点,T为该点的纹理颜色值。三维纹理函数可以通过空间嵌入来实现纹理映射。在物体表面,三维纹理的属性由该表面与三维纹理场的交来确定。把三维纹理基元嵌入到纹理空间中的过程就是三维纹理的映射过程。具体方法是把作为样例的三维纹元变换到纹理空间的局部坐标系中去。三维纹理方法分为两大类:一类是基于数字化采样的数字化纹理,一类是基于数字模型的纹理。第一类方法是基于三维样例的,它应用广泛,但是计算时内存开销很大。第二类方法用简单的过程迭代函数生成复杂的纹理,因而又被称为过程纹理。在过程纹理函数中,物体表面的几何特征都用数学函数式解析表达。常用的过程纹理函数有木纹函数、三维噪音函数、turbulence函数、fourier合成函数等。过程纹理技术也可以用于几何纹理的生成,例如水面的水波纹理就可以用正弦波函数来合成。体纹理方法可以很好地模拟表面起伏较大的纹理,例如海马表面的几何纹理的模拟。