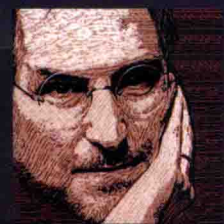


非真实感 艺术风格绘制

钱文华 徐 丹 著



科学出版社

非真实感艺术风格绘制

钱文华 徐 丹 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以“非真实感艺术风格绘制”为主线,从二维纹理的角度出发,探讨和介绍一系列基于二维纹理的非真实感绘制技术。首先介绍非真实感绘制技术的概念、意义,对现有非真实感绘制技术进行分类说明;其次,对二维纹理合成和纹理传输技术进行阐述;接着对常见的非真实感艺术效果,如铅笔画、流体艺术、抽象艺术效果的绘制方法进行介绍,同时介绍中国特有的少数民族艺术作品蜡染、烙画的绘制方法;最后将二维纹理合成扩展到视频领域,介绍视频纹理的合成方法。

本书可供计算机图形学、图像处理、艺术设计等方向的教师、研究生、高年级本科生,以及相关领域的科研人员和工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

非真实感艺术风格绘制/钱文华,徐丹著. —北京:科学出版社, 2017.3

ISBN 978-7-03-052194-1

I. ①非… II. ①钱… ②徐 III. ①计算机图形学
IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 054732 号

责任编辑:任 静 / 责任校对:桂伟利

责任印制:张 倩 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 3 月第 一 版 开本:720×1 000 1/16

2017 年 3 月第一次印刷 印张:15 1/4

字数:289 000

定价:85.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

尽管我个人的微信昵称是“图行天下”，但是我在图形图像方面并没有很深的研究。虽然在硕士和博士期间我做的课题是与图形相关的（如图形编辑软件、分布式图形绘制），但仅仅是了解皮毛，再加上我的数学知识掌握得不好，图形方面的研究自然就做不好了，于是后来研究方向渐渐转为虚拟现实和人机交互。应该书作者之邀作序，颇有力不从心之感，我在翻阅了书稿后，就如赶鸭子上架，写上一段，希望不要贻笑大方。

随着计算机图形学硬件设备、通信网络的发展，人们可以轻而易举地获取图像，利用图像表达原本复杂的文字信息，同时，人们不再满足于传统的真实感图像的获取及显示方法，更注重通过与众不同的图像传递信息，彰显个性。20世纪90年代，非真实感绘制技术应运而生，该技术关注于不同艺术风格的模拟和不同艺术特质的表现，追求不具有照片般真实感的手绘风格，更加符合人们的审美情趣，成为计算机图形学学科新的方向。

近年来，非真实感绘制技术在学术界和产业界发展迅速，除了在手机APP、网络传输、自然景观艺术漫游、游戏动画以及商业的影视作品领域中具有重要的应用价值，还被用来绘制精细程度较高的医学和工业插图、辅助医疗诊断和工业设计、艺术效果模拟等。即便是毫无艺术创作功底的用户，也可以通过非真实感绘制技术实现某一艺术风格特征，从而激发人们的想象力和创作力。据了解，该方向的研究与开发人员，迫切需要系统性地了解和掌握非真实感艺术效果模拟的原理、方法和支撑技术。迄今为止，学术界和工业界还缺乏满足上述学习需求和学科特点的技术书籍。

当前，随着电子产品运算能力的提升，以图像、视频、3D建模、体感设备等多源信息融合为典型应用的虚拟现实、增强现实研究，成为人们关注的焦点。非真实感绘制技术与虚拟现实、增强现实、人工智能领域的结合与融合，正在深刻地影响并不断改变着各领域的科学研究，同时影响和改变着人们的工作和生活方式。可以说，传统的计算机图形学除了吸引计算机工作者，还吸引艺术家、建筑师、设计师，甚至人文、地理、博物馆等方面的专家和学者，为艺术家、普通用户发挥和实现丰富的想象提供了技术手段和决策支持。

该书以非真实感艺术风格绘制为主线，对非真实感绘制技术进行综述；介绍铅笔画、流体艺术、抽象画的非真实感绘制方法；针对中国特有的艺术作品，讨论少数民族蜡染、烙画艺术效果的非真实绘制方法。

该书作者多年来一直从事非真实感绘制技术领域的研究，书中融入了作者在相关领域的部分研究成果，体现了非真实感绘制在艺术效果仿真领域的研究理念和方法。相信该书可以为与非真实感绘制、计算机图形学、图像处理相关领域的广大研究和开发人员以及相关专业的学生提供重要的参考和学习资料。

潘志庚

中国图象图形学学会副理事长

杭州师范大学 DMI 中心主任

2016 年 10 月

前 言

经典的真实感图形学主要是追求仿真世界的真实效果,通过物理建模、渲染、人机交互等方法,对实物场景的颜色、灯光、材质等属性进行模拟,产生仿真图像和视频的真实效果。从广义上讲,计算机图形学是研究与计算机绘制图形相关的一切内容,包括绘图设备及驱动程序的开发、绘图与建模软件、绘图函数和语言的开发等。计算机图形学已广泛应用于广告、娱乐、医学、教育、工程、航天等领域,然而,人类对于真实世界的认知还远远不够,对客观真实世界的模拟是一项极其复杂的工作,探索新的研究和应用领域已经是计算机图形学发展的必然趋势。

从 20 世纪 90 年代开始,非真实感绘制技术(non photorealistic rendering, NPR)取得了较大进展,非真实感绘制技术建立在人类感知的基础上,结合了艺术的绘画规则与科学的技术方法,利用计算机生成具有手绘风格的图形,可表现图形的艺术特质、模拟艺术作品,并且在自然艺术风格的模拟、图像信息的增强、动画的生成、数据的艺术表现以及医学、建筑学、教育学等方面都发挥着越来越重要的作用。人们迫切需要这种技术来表达真实感图形学之外的信息,如减少图形图像的完整性和依附性,通过刻画随机性、模糊性、任意性来表达图像的物理属性,它的出现极大地丰富了图形学研究的领域。此外,非真实感绘制技术可以适应图像内容,忽略次要细节,有效地将用户的注意力吸引到图像中的关键部分;同时能节省大量的人力、物力和时间来完成动画的制作、艺术效果的生成,这些特点使越来越多的研究者投入其中。

基于上述认识,本书介绍了真实感绘制存在的不足,引入了非真实感绘制技术的概念、特点和分类,指出了非真实感绘制的研究意义和应用价值。本书重点从二维纹理的角度出发,探讨和介绍了一系列基于二维纹理的非真实感绘制技术,例如,对纹理合成、纹理传输等方法进行了介绍,此外,通过纹理方向的确定,介绍了铅笔画、流体风格、抽象画等艺术效果的生成过程,并介绍了视频场景的铅笔画绘制算法,同时介绍了具有中国民族特色的蜡染画、烙画艺术效果数字化合成算法。

本书共 8 章,主要内容包括以下几个方面。

第 1 章为非真实感绘制技术的综述。讨论与非真实感绘制相关的概念,非真实感绘制技术与真实感绘制的比较,非真实感绘制的应用等内容,着重分析该技术的研究意义,对已有的非真实感绘制方法进行分类和总结。

第 2 章介绍非真实感绘制中纹理合成和纹理传输的技术。首先,综述纹理合成的原理及其应用,介绍经典的纹理合成实现方法,例如,Wei 和 Levoy 提出的基于

L 型邻域搜索匹配像素点的方法, Efros 和 Freeman 提出的基于纹理块搜索最佳缝合路径的方法, 同时介绍采用多个种子点、螺旋线状路径搜索、扩充边界以及 L2 距离优化等方法加速纹理合成的过程, 改进纹理合成的效果, 提高合成速率。其次, 介绍偏离映射的纹理传输技术。基于 Phong 光照模型改进已有的纹理传输过程, 环境光对传输效果的贡献根据目标图像的亮度自动调节。此外, 介绍彩色图像的纹理传输以及局部区域纹理传输的实现过程, 产生了不同艺术风格的结果图像。

第 3 章介绍基于纹理的非真实感铅笔画艺术效果实现算法。铅笔画艺术效果是非真实感绘制技术最常见、最重要的艺术效果之一, 是大众喜闻乐见的艺术表现形式。首先, 综述已有的铅笔画绘制技术, 介绍通过白噪声图像生成、边缘提取、线积分卷积 (line integral convolution, LIC) 技术生成铅笔画中笔划纹理的方法, 模拟实现了灰度铅笔画效果; 其次, 通过色彩空间的转换, 介绍彩色铅笔画艺术效果图像的实现方法; 此外, 将铅笔画绘制算法应用于视频场景, 介绍视频场景的铅笔画绘制生成方法。

第 4 章介绍流体艺术效果模拟生成算法和实现效果。流体艺术效果模拟算法根据参考纹理矢量图以及自身输入图像的梯度信息进行卷积, 采用迭代积分的思想加速迭代过程, 获得的结果图像中, 每一笔、每一小块颜料都有无限灵动的姿态。通过对输入图像笔划方向的确立, 利用积分卷积技术, 对图像进行纹理线条方向控制, 通过迭代卷积模拟具有漩涡状、波动感的艺术效果图像。此外, 介绍颜色传输算法, 将参考图像的色彩传输到最终艺术效果图像中, 获得不同色彩的流体艺术效果。

第 5 章介绍抽象艺术效果的模拟实现过程。首先, 基于人的视觉对亮度、颜色、线条朝向等信息较为敏感的特点, 以及色彩空间的变换, 介绍采用非线性扩散、量化光照信息、边缘增强等技术自动将目标图像处理为抽象艺术效果的方法; 其次, 由于人的注意力往往集中在图像的前景等局部区域, 通过交互方式, 人为指定关注区域可对目标图像进行不同程度的抽象; 此外, 对图像的重要度进行介绍, 基于重要度计算自动对目标图像进行不同程度的抽象, 获得抽象艺术效果。

第 6 章介绍具有中国少数民族特色的蜡染画艺术效果模拟。蜡染画以蜡作为原料, 在布料上绘制图案, 并用蓝靛对布料进行渍染, 蜡溶解于布料呈现出白底蓝或蓝底白图案, 清新悦目、朴雅大方, 独具民族特色。首先, 基于蜡染艺术作品的视觉特点, 从真实蜡染作品中提取出图案元素, 通过交互或自动方法进行蜡染白描图创作; 其次, 对白描图进行盖蜡处理, 获得盖蜡区冰纹效果; 最后, 通过输入不同的纹理背景图像, 采用图像融合的方法将蜡染冰纹图像融合到纹理背景图像中, 获得蜡染艺术效果的数字化仿真结果。

第 7 章介绍具有中国少数民族特色的烙画艺术效果模拟。烙画以烙铁为笔, 高温为墨, 待烙铁烧热后, 在竹木、葫芦、扇骨、绢等材质上进行艺术创作, 既能保持汉族传统绘画的民族风格, 又可达到西洋画严谨的写实效果, 具有独特的艺术魅

力。根据烙画艺术风格的特点,将目标图像看作前景图像,将木板、纸张等材质图像作为背景图像,主要介绍前景图像的模拟算法。首先,通过各向异性滤波、图像增强等方法模拟烙画中流畅的线条、写意画面的风格;其次,介绍色彩模拟、凹凸效果模拟等方法,模拟真实烙画的色彩和凹凸立体感,增强了艺术表现力。

第8章介绍视频纹理合成方法。视频纹理具有图像和视频的特性,同时具有周期性播放的特点,通过视频纹理合成技术,将输入的视频场景合成为无限播放的视频场景。首先,介绍 Schodl 和 Bhat 等的视频纹理合成方法,并介绍相似度计算、划分子序列、确定播放序列、视频帧纹理合成等实现步骤,提高了视频纹理合成的效率;其次,将非真实感抽象艺术效果与视频纹理结合,传统真实、逼真的自然场景被转换为具有艺术效果的视频纹理场景,给人们的艺术视觉造成冲击,弥补了真实感自然场景绘制技术中单一、缺乏情感等不足。

计算机图形学、图形图像处理、计算机视觉技术是计算机领域中最活跃的分支之一,技术成果已极大地改变了人们的生活和工作方式,同时,虚拟现实、增强现实等技术正大放异彩,在飞速发展的信息时代,我们选择图形学领域中的一部分奉献给您,希望本书对从事计算机图形学、非真实感绘制研究与应用的读者有所裨益。

本书由钱文华、徐丹撰写,特别感谢云南大学信息学院张学杰院长、岳昆副院长在本书撰写过程中给予的支持,特别感谢东南大学自动化学院曹进德教授给予的支持和帮助。同时感谢官铮高级实验师、普园媛教授、袁国武副教授,博士生喻扬涛、赵毅力、郭丽丽,硕士生张可师、喻超超、王雪松、时永杰、杨萌、李聪聪、张波、韩镇阳等提供的实验照片素材,以及对本书部分内容的代码编写、实验分析、文字撰写及排版等工作。感谢云南大学视觉媒体计算及认知实验室所有老师、学生给予的帮助,感谢云南大学信息学院余江书记、赵征鹏副书记对本书提供的支持和帮助。此外,杭州师范大学潘志庚教授在百忙中为本书提出了很多宝贵意见,并为本书做序,在此表示诚挚谢意!

本书得到云南大学计算机科学与技术国家特色专业建设、国家自然科学基金项目(61462093, 61662087, 61472345, 61540062)、教育部博士点新教师类基金项目(20125301120008)、云南省应用基础研究计划重点项目(2014FA021)和面上项目(2014FB113)、云南省教育厅产业化培育项目(KC1610527)、云南省教育厅重点项目(2015Z012)、云南大学骨干教师培养项目,以及东南大学自动化学院“控制科学与工程”博士后科研流动站等的资助。本书所参考的文献已在章末列出,感谢这些作者在本领域的非常出色的研究工作。本书大部分实验均由作者完成。在本书的写作过程中,力求精益求精,限于作者水平,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

作者

2016年10月

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 非真实感绘制技术的背景	2
1.2 非真实感绘制技术的意义	5
1.3 非真实感绘制技术的国内外研究现状	7
1.3.1 基于二维图像的 NPR 技术	7
1.3.2 中国特色的艺术风格模拟	13
1.3.3 基于三维观察空间的 NPR 绘制技术	19
1.3.4 NPR 视频动画渲染	23
1.4 非真实感绘制技术的难点	24
1.5 本书结构	25
参考文献	26
第 2 章 二维纹理合成及纹理映射	33
2.1 纹理的定义	33
2.1.1 纹理分析方法	34
2.1.2 纹理图像融合	38
2.2 基于样图的纹理合成	39
2.2.1 纹理合成技术相关工作	39
2.2.2 参数化纹理合成方法	41
2.2.3 纹理合成算法优化	45
2.2.4 纹理合成算法的实现流程	48
2.2.5 纹理合成结果	49
2.3 纹理映射	54
2.4 凹凸映射	55
2.5 纹理传输	57
2.6 颜色和亮度校正	59
2.7 纹理偏离映射	61

2.8 本章小结	67
参考文献	68
第3章 基于纹理的铅笔画艺术风格绘制	70
3.1 铅笔画艺术风格绘制简述	70
3.2 铅笔画艺术风格绘制流程	75
3.3 基于 LIC 纹理的铅笔画绘制	75
3.3.1 基于梯度信息的轮廓线增强	76
3.3.2 白噪声图像生成	82
3.3.3 图像分割	84
3.3.4 铅笔画笔划纹理生成	91
3.3.5 铅笔画灰度色调控制	93
3.3.6 边缘混合	94
3.3.7 铅笔画艺术风格绘制结果	95
3.4 彩色铅笔画艺术风格绘制	98
3.5 视频场景铅笔画艺术风格绘制	100
3.6 本章小结	101
参考文献	101
第4章 基于纹理的流体艺术风格绘制	104
4.1 矢量场可视化技术简述	105
4.1.1 基于几何形状的矢量场映射方法	106
4.1.2 基于颜色的矢量场映射方法	108
4.1.3 基于纹理的矢量场映射方法	109
4.2 LIC 算法简介	111
4.2.1 DDA 卷积算法	111
4.2.2 LIC 技术	112
4.3 流体艺术风格绘制	113
4.3.1 LIC 算法思想	113
4.3.2 结构矢量场	114
4.3.3 白噪声纹理图像生成	116
4.3.4 局部流线计算	116
4.3.5 卷积核函数选择	119
4.3.6 局部流线的停止条件	121
4.3.7 局部流线长度选择	121
4.3.8 减少冗余信息	122

4.3.9 颜色模拟和传输	123
4.4 流体艺术风格绘制结果	123
4.5 本章小结	129
参考文献	129
第5章 非真实感抽象艺术风格绘制	131
5.1 抽象艺术风格绘制简述	131
5.2 抽象艺术风格绘制	136
5.2.1 图像的双边滤波扩散	136
5.2.2 量化光照信息	138
5.2.3 边缘增强	139
5.2.4 抽象艺术风格模拟结果	140
5.3 用户感兴趣区域提取	143
5.3.1 利用硬件设备记录关注区域	143
5.3.2 交互选择区域	146
5.4 基于重要度的抽象艺术效果绘制	147
5.4.1 重要度计算	149
5.4.2 图像的张量场计算	150
5.4.3 积分卷积计算	152
5.4.4 层叠感生成	154
5.5 本章小结	158
参考文献	159
第6章 非真实感蜡染艺术风格绘制	162
6.1 蜡染白描图绘制	163
6.1.1 蜡染画图案元素提取	163
6.1.2 交互式的白描图绘制	164
6.1.3 自动化的白描图绘制	169
6.2 白描图盖蜡效果绘制	170
6.3 蜡染冰纹艺术效果绘制	172
6.3.1 冰纹绘制方法简介	172
6.3.2 距离变换算法	173
6.3.3 裂纹生成	174
6.3.4 视觉特征控制	176
6.3.5 染色模拟	177
6.4 蜡染艺术风格绘制结果	178

6.5 本章小结	183
参考文献	183
第7章 非真实感烙画艺术风格绘制	185
7.1 烙画艺术风格绘制简述	186
7.2 烙画艺术风格绘制	187
7.2.1 烙画材质图像合成	188
7.2.2 抽象写意风格模拟	189
7.2.3 细节增强	195
7.2.4 烙画线条色彩模拟	196
7.2.5 烙画凹凸表面模拟	201
7.3 烙画艺术效果融合	205
7.4 烙画艺术风格绘制结果	207
7.5 本章小结	209
参考文献	210
第8章 非真实感视频纹理合成技术	212
8.1 视频纹理简述	213
8.1.1 Schodl 视频纹理合成算法	215
8.1.2 Bhat 视频纹理合成算法	216
8.2 视频纹理合成算法思想	219
8.3 自然场景视频纹理合成	220
8.3.1 相似度计算	221
8.3.2 划分子序列	222
8.3.3 确定播放序列	222
8.3.4 视频帧的剖分与重组	222
8.3.5 视频帧内纹理合成	224
8.4 视频纹理合成模拟结果	225
8.5 本章小结	227
参考文献	228

第1章 绪 论

20 世纪 60 年代, 伊凡·苏泽兰 (Ivan Sutherland) 在麻省理工学院发表了名为《画板》的博士论文, 标志着计算机图形学 (computer graphics, CG) 的正式诞生。计算机图形学的主要内容是研究如何在计算机中表示图形以及利用计算机进行图形的计算、处理和显示的相关原理与算法。经过几十年的发展, 计算机图形学主要通过建模 (modeling)、渲染 (rendering)、动画 (animation) 和人机交互 (human-computer interaction, HCI) 等方法产生令人赏心悦目的图像, 可以说, 真实感绘制 (photorealism rendering) 一直是计算机图形学研究的主旋律。同时, 计算机图形学所研究的内容还包括图形硬件、图形标准、图形交互技术、光栅图形生成算法、曲线曲面造型、实体造型、真实感图形计算与显示算法, 以及科学计算可视化、计算机动画、自然景物仿真、虚拟现实等。

随着计算机图形硬件和算法的不断发展和改进, 到 20 世纪 90 年代中期, 人们不仅能真实地模拟自然界中的客观现象, 而且能逼真地模拟人们主观想象中的场景和效果, 计算机图形学算法和技术也广泛应用于工业、影视作品、医疗、建筑、网络、航空等不同领域, 如在早期的《侏罗纪公园》、《终结者》、《阿甘正传》等好莱坞电影中, 真实感图形与电影胶片摄制出的图像得到了完美的结合, 从这个意义上来说, 真实感图形达到了它所追求的“像照片一样真实”的效果。从心理学的观点来看, 真实感图形暗示着精确性和完美性, 强调模拟对于现实世界的保真度^[1]。然而, 随着真实感图形趋向于具有更强的真实感并产生更贴近现实世界的场景, 人们逐渐意识到, 在某些时候, 反而更需要通过计算机来生成一些不同于照片般真实的图形场景或效果, 例如, 图 1.1 显示了通过计算机模拟艺术风格, 它们比真实感场景更具有吸引力。事实上, 照相机只是近代才有的用于捕获现实世界影像的工具, 在照相机发明之前的千余年时间里, 人们对丰富多彩的现实和虚幻世界的刻画只能借助于素描、卡通、绘画等各种手绘的艺术形式来记录和表现。

21 世纪以后, 人们越来越迫切地需要通过图形、图像来表达真实感场景之外的内容和信息。例如, 需要表现图形的艺术特制、模拟艺术作品; 不必精确地再现物体的外观和轮廓, 使图像的表达能适应对话语境和用户动态信息的渴求; 减少网络传输过程中的信息量等应用领域。于是, 非真实感绘制技术应运而生, 它的出现弥补了人们对以上需要的不足, 成为计算机图形学领域的有效补充。



图 1.1 计算机模拟艺术风格

1.1 非真实感绘制技术的背景

计算机图形学是计算机科学领域的一个重要分支，经过几十年的发展，获得客观的真实感效果始终是计算机图形学追求的目标。其中，基于物理建模的方法一直是真实感绘制技术采用的主要技术，利用计算机模拟自然界物理现象的产生过程，逼近客观自然界中存在的各种景象，通过几何变换、投影变换、消隐处理、光照明模型计算能生成非常真实的，有时会被误认为是客观真实世界中某些场景的照片或者图像。

随着计算机硬件和软件的不断发展，计算机图形学对客观世界的逼真程度越来越高，往往可以获得以假乱真的效果。然而，在现实的工作和生活中，图形或场景的表达并不需要过于精确的绘制效果，有时可以选择性地突出某些用户所关注的重点区域或细节信息，或者更好地表现作品中的某些艺术特质和艺术特征，有时在工业、医学、教学等领域，通过手工绘制的插画、插图能更加有效地反映出实际情况，简单明了又能突出微小或被隐藏的重要部分，忽略背景和其他并不重要的区域。此外，艺术绘画是对自然景物的抽象和再加工，它往往需要利用象征主义的风格，对绘制作品进行抽象，展露画家自身的精神世界。因此，非真实感绘制技术的出现正好弥补了真实感绘制技术的不足。

非真实感技术建立在人类感知的基础上,它往往能适应图像内容,保留重要的细节信息,并且将用户的注意力吸引到图像中的某些关键区域,与真实感绘制不同,它往往侧重于对自然现象或自然场景的近似表现,通过对某种艺术效果的模拟和绘制达到风格化的绘制效果。

图形研究者认为对于绘制的目的不是模拟照片和再现场景的精确光学属性的研究就可以称为“非真实感”^[2],并且通过计算机生成不具有照片般真实感,而具有手绘风格的图形技术就是非真实感绘制研究的内容。然而,如果仅仅简单地认为“不是真实感的表现手段就是非真实感”并不正确,例如,普通的三维线框图通常并不认为是非真实感绘制。不过,非真实感绘制的领域较广,任何传统的艺术效果的模拟和绘制方法都属于非真实感绘制。目前,主要存在以下几个方面的观点来描述这一领域^[1]。

- (1) 被模仿的图像制作方法:非相片真实感绘制(non-photorealistic rendering)。
- (2) 不必精确地再现物体外观的自由:非真实感绘制(non-realistic rendering)。
- (3) 表达方式能适对话语境和用户对动态信息的渴求:抽象(abstraction)。
- (4) 一种特定的图画风格绘制:草绘(sketch rendering)、钢笔画插图(pen-and-ink illustration)和点绘(stipple rendering)等。
- (5) 绘画作品所具有的对观察者的影响:易于理解的绘制(comprehensible rendering)。
- (6) 在其他表达媒介的上下文中,利用绘画作品传递信息:解释性绘制(illustrative rendering),或简化为图解(illustration)。
- (7) 图像可能的变形:灵活地表达(elastic presentation)。
- (8) 增加绘制的智能性和适应性:“智能绘制”(smart rendering),以表示一类图像的生成方法,这类方法的目标是仿效一些智能行为,这些行为可被想象为计算机所具有的。无论图形绘画作品是怎样的,结合了智能绘制方法的系统都与应用中的符号知识表示方法相关,而该应用本身则与智能相关。因此,这一术语比上述任何一个术语的覆盖面都要宽。

非真实感绘制的研究领域非常广泛,以其独特的艺术性、灵活性、多样性而区别于真实感绘制,它重视图形图像的手绘艺术特性,艺术风格灵活多样,因此也称为风格化绘制(stylistic rendering),其绘制的主要目标往往不需要表现出图形的真实感,而主要在于突出图形中物体的某些艺术特质,如模拟艺术家的绘画作品,有时甚至模拟作品中的某些缺陷景象,因此,非真实感绘制技术的出现被逐渐应用于人们的生产、生活的各个方面。

总而言之,无论非真实感绘制的目标和实现它们的措施如何,可以肯定的是,虽然产生的是艺术绘制作品,但“艺术绘制”这个术语来描述该领域并不适合,因为用户仍将是图形创作中最活跃的因素之一,他们将形成不同风格以用作绘制软件

的角色模型, 将继续以图画或绘画作为观察场景的媒介。艺术家和插图画家将继续利用其独具创造性的技艺, 用手工的方式创作图形, 完成具有创造性的作品将是艺术家和插图画家继续追求的目标, 这也将为非真实感绘制领域带来新的挑战和研究的主题。真实感绘制与非真实感绘制之间的区别见表 1.1。

表 1.1 真实感绘制与非真实感绘制的比较

比较项	真实感绘制	非真实感绘制
方 法	模拟仿真	风格化
特 征	客观	主观
效 果	物理过程的仿真	艺术效果的仿真
精确性	追求精确, 精确度高	近似表现, 精确度不高
欺骗性	具有迷惑性, 使人们觉得是真实世界的摄影	诚实, 使人们觉得结果图像是绘制作品
完整性	较完整	不完整
细节表达	忠实地反映客观事物的细节信息	适应图像内容, 忽略次要细节而将人们的注意力吸引到图像所要表达的关键部分
适合表达	刚性曲面	自然现象

可以看出, 真实感图形与非真实感图形在方法、精确性、效果、细节表达等方面都有很大的差别, 例如, 真实感绘制忠实地反映客观事物的外观和细节, 更加适合表达刚性曲面, 而非真实感绘制能根据图像内容自适应地区分前景和背景, 更加适合描述自然现象, 它们的研究方法和研究对象既为互补, 又有交叉, 非真实感绘制领域的绘制过程和研究内容可以用图 1.2 来概括。

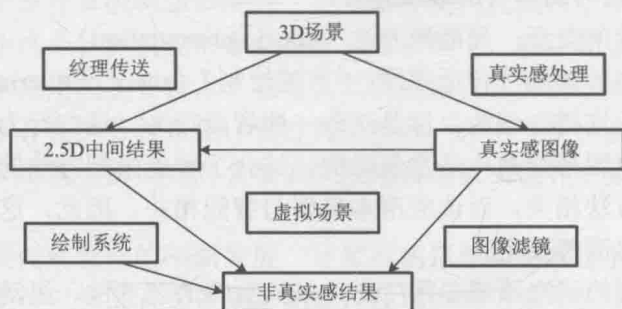


图 1.2 NPR 绘制过程及研究内容

从图 1.2 可以看出, 假设从一个 3D 场景出发, 可以通过两种方式来获得非真实感结果。

(1) 经过一个 2.5D 的中间处理过程。即通过分析 3D 场景, 计算绘制 3D 场景的笔划, 并在目标图像中产生 2.5D 的中间结果, 通过纹理传送、图形变换、投影变换等过程获得最终的非真实感效果。

(2) 中间经过一个真实感图像。即先用传统的真实感绘制方法生成真实感结果

图像,然后再通过图像重构笔划、图像滤镜、图像类比方法来产生非真实感的结果图像。

1.2 非真实感绘制技术的意义

近年来,真实感绘制技术得到了迅猛发展,一方面,真实感图形绘制的结果越来越接近真实的世界,另一方面,它所存在的问题也越来越明显。

首先,由于真实世界丰富多彩,自然界的种种过程极其复杂,难以预测,通过模拟真实世界来实现真实感绘制是一项极其复杂的工作。在传统的基于物理模型的方法中,研究人员在定义场景时,对研究对象的场景光照和材质等进行精挑细选,产生令人信服的结果图像。为了避免极端的计算复杂性,很多研究致力于采用特殊方法实现特定类型对象的模拟,如微观世界或者化学过程的仿真,但是人们仍然无法用一个通用的模型来描述真实世界。

其次,通过模拟真实世界进行真实感绘制的研究常常并不是为了模拟本身,而是为了产生结果图像,尤其是在工程技术人员的工作中,在进行设计时,所需要的是一种基于经验的,而不是通过对对象物理建模得到的结果,对他们来说,这种要求让计算机生成和照片一样的结果图像是没有意义的。

再次,真实感图形学从技术上来说,其结果虽然精确真实,但也古板冷酷,缺乏灵活性与情感。图形学的发展使越来越多的研究者致力于解决这些问题,包括建模、绘制和动画。这方面的研究正是非真实感图形学研究的内容,其中建模和动画的过程建立在和真实感图形学共有的基础上(如曲面造型、反走样、投影变换等方面),然而,非真实感绘制与传统的关于真实感绘制的研究无论在目的、结果和方法上均有本质区别。如表达式(expressive)绘制、艺术(artistic)绘制、美术(painterly)绘制以及说明性(interpretive)绘制等术语,都属于非真实感绘制的研究范围,而这些术语也明确地表达了非真实感绘制研究的目标。

从历史的观点来看,每一次图形学新技术的出现总是直接或者间接地促进了人类信息传递形式或者艺术表现形式的发展^[1]。非真实感绘制是一个面向应用的,同时也是应用驱动的技术,为图形绘制、图像合成注入了艺术风格化的表现能力,可应用于不同的生产和生活领域,具有广阔的应用前景,具体的应用表现在以下几个方面。

(1) 动画渲染过程。动画作品往往通过传统的手工绘画产生。动画制作中常常表现出水彩画、剪纸画、卡通画等多种不同的艺术效果,非真实感绘制算法的研究有助于将不同风格的艺术效果算法集成于某一软件,根据用户的需求,利用该软件自动对输入景象进行转换得到该用户所需要的动画效果。因此,非真实感绘制对于影视作品、媒体宣传等产业具有较大的应用价值。