

国家人力资源和社会保障部 “信息专业技术人才知识更新工程” 指定教材
国家工业和信息化部

中国高等教育动漫专业精品系列规划教材

三维模型设计 与表现

程大鹏 编著

三维模型设计与表现

程大鹏 编著

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书是针对数字模型设计与制作的教材性的专著,可以作为教师授课教材,亦可作为学生和 CG 爱好者的学习资料之用。本书的学习价值在于本书作为一套完整的数字模型训练课程的课程体系指导,完整地体现出数字模型设计与制作中的各种理论、经验和技术技巧,在实际项目制作中可以作为技术性手册进行参考,书中提到的诸多理论经验,属于规律性总结,可以适用于不同软件版本。书中共分为 5 个任务,分别是概念解析和优秀作品分析、低网格模型制作、建筑模型的数字模拟、工业模型的制作以及整个数字模型设计制作领域最高端的应用——写实生物模型制作。另外,本书中的每个任务都设有任务小结和课后训练,这些都是整个数字模型训练课程体系的有机组成部分。

图书在版编目(CIP)数据

三维模型设计与表现/程大鹏编著. —天津:天津大学出版社,2009.5

ISBN 978-7-5618-2894-6

I. 三… II. 程… III. 三维 - 模型 - 计算机辅助设计
IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 211035 号

出版发行	天津大学出版社
出 版 人	杨欢
地 址	天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话	发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址	www.tjup.com
印 刷	北京广益印刷有限公司
经 销	全国各地新华书店
开 本	185mm × 260mm
印 张	9
字 数	192 千
版 次	2009 年 5 月第 1 版
印 次	2009 年 5 月第 1 次
印 数	1 - 4 000
定 价	49.00 元(含 2 张 DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

中国高等教育动漫专业精品系列规划教材

编 审 委 员 会

主 任:高文胜 天津指南针多媒体设计中心 总经理
李建伟 工业和信息化部人才交流中心 处 长
高 磊 北京万成达教育科技有限公司 总经理
杨 欢 天津大学出版社有限责任公司 社 长

副主任:程大鹏 中央美术学院继续教育学院动漫系 主 任
张荣章 天津工艺美术学院 工艺美术师
杨 成 北京宝葫芦动画工作室 设计总监
杨 寅 北京宝葫芦动画工作室 艺术总监
陈 明 中国石油大学 教 授 博士生导师
赵 凡 天津商业大学艺术设计系 副教授

委 员(排名按姓氏笔划顺序):

王 欣	王 炜	王 威	王 津	王少青	王京跃	刘 畅
刘 洋	刘建伟	孙 旸	何 阁	张 立	张 军	张 兵
张 菲	张玉忠	李子翔	李金风	李喜龙	李湘逸	杨功元
沈 薇	武 军	侯松霞	赵 迪	赵纳新	赵泽洋	郝卫国
郝熙凯	高宏志	韩洪梅	鲁 睿	靳鹤琳		

序

随着我国国民经济的高速发展和人民生活水平的不断提高,广大国民,特别是青少年人群,对具有创意性、时尚性的高品位动漫文化、动漫产品需求逐步增大。如果按照目前约5亿人的动漫影视产品消费群来看,各电视台国产动画年需要量应该为28万分钟,但以现在的实际制作能力,仅能提供2万分钟的播出量。按国家规定的全国省级、副省级电视台三年内全部开通少儿频道的要求,在几年后,全国电视台每天应达到的播出量为5000分钟。以这样的播出量计算,动画节目的需求一年下来就是180万分钟。因此,国产动画产业的年产值将在1000亿元人民币以上。而如果按照“将在5~10年内,确保动漫产业产值占到GDP的1%”这一目标来算,就是2000多亿人民币。

动漫业已经发展成为21世纪最具潜力的朝阳产业,国家工业和信息化部和国家科学技术部已将其列为重点发展的支柱产业之一,并在政策上给予大力扶持和帮助。因此,动漫行业井喷式的发展引发了专业人才的极度匮乏。预计未来3至5年,中国动漫人才缺口将高达60万名。目前,网络游戏中关键职位的平均薪资要比网络行业的平均薪资高出20%~25%。游戏图形动画设计师、角色动画设计师、高级动漫游戏造型设计师等职位的发展空间广阔,也已成为令人羡慕的“金领”职位。

在这样的大环境下,2007年我们启动了高等院校动漫专业课程体系的研讨工作,并组织了一批业内专家和行业内知名人士,按照新的思路要求编写了相应的系列教材。本系列教材是由国家工业和信息化部人才交流中心、北京万成达教育科技中心、天津指南针多媒体设计中心、天津大学出版社共同策划。

本系列教材考虑到目前本专业的教学与市场需求情况,并结合动漫专业所包含的各种开发项目,提出本系列教材如下的建设开发总体思路:打造体现“工学结合”思想的培训类教材,克服高校只能培养出“画工型”人才的状况;以“项目或任务为驱动,采用案例式教学”的教学模式实行五步教学法,即:任务下达—材料发放—学生自学—教学指导演示—学生实战—综合测评;检查学习好坏的标准不是“知道与否”,而是“会用与否”,学习的目的主要在于应用。

本套教材区别于以往其他教材只讲软件、中间穿插小实例,到头来学生只学到软件的部分应用,而缺乏对设计开发创新的传统思路。现在企业需要复合型技术与设计人才,所以本系列教材就是要以工作过程为导向,以企业的实际设计案例过程性知识为主,以学习软件的陈述性知识为辅,打破以往软件的横向学习,而采用纵向串联的方式来实现过程化的学习。同时强调并开发学生的形象思维和动手能力,提高毕业生的市场竞争力,使之适应社会对人才的需求。

另外,本套教材已经获得国家工业和信息化部认可,作为国家工业和信息化部电子人才交流中心“全国计算机专业人才”培训考试认证的指定配套教材,教材中的内容将紧密地贴近考试,以使学生在学习过本套教材后不仅能够学到知识,得到锻炼,而且还能够获得一个具有国家级认证效力的专业资格证书,做到是一举两得。

本套教材采取多元化的结构,并根据需要确定一批书目,提供了一个课程菜单供各校选

用,以后可根据市场、技术的发展和教学的需要,不断地进行补充和调整。我们的指导思想是面向实际、面向应用、面向对象。只有这样,才能比较灵活地满足不同学校、不同专业的需要。希望各校的老师把你们的要求反馈给我们,我们将会尽最大努力满足大家的要求。

由于全国各地区、各高等院校的情况各不同,因此就需要针对高校的特点组织教材和教学。为此,我们在原有基础上对这套教材做了进一步的规划。本套教材突出实用技术和应用技能,不涉及过多的理论和概念,强调实践环节,学以致用。本套教材可以作为大学动漫设计课程的教材以及高职高专、成人高校和面向社会的培训班的教材,也可作为自学动漫的参考书。

由于我国的动漫专业应用技术教育正在蓬勃发展,许多问题有待深入讨论,一些好的经验与新的问题也会不断地出现,因此本套教材的内容将会根据新形势不断地丰富和调整。由于时间等多方因素,书中肯定会有不足之处,请专家和读者不吝指正。如专家和读者有何疑问或欲索取教学资源增值服务,请发送电子邮件至 tjupcartoon@163.com 或打编辑热线 022 - 27404575,我们非常愿意聆听您的教诲。

中国高等院校动漫专业课题研究委员会
2009 年于天津

前言

从20世纪90年代后期开始,国内市场就开始出现了有关动漫专业的培训教育,先是平面设计软件,然后是三维动画软件。在本世纪最初的两年里,培训市场异常火爆。记得2001年时,在中央美术学院的三维动画进修班上,还有人到中年、零计算机基础的爱好者。今天看看课堂上那些80或90年代的年轻人,除了在职的进修教师,也已经好几年没有看到40岁以上学习者了。这一现象的转变说明了什么呢?答案是国内的动漫教育市场已经进入到了相对成熟的阶段,爱好者的选择也趋向理智。同时从一个侧面还体现出动漫教育行业市场在逐渐规范。

从专业的艺术院校到规模庞大的综合类大学,从本土培训到中外合资,目前的动漫教育机构随处可见,所谓动漫专业更是在各个大学遍地开花。但是花是开了,果子是否成熟?这就要打一个大大问号了。其实把目前动漫、游戏市场就业情况和培训机构、大学里相关专业招生情况作一个比较,就不难分析出为什么在社会上不断有人鼓吹动漫、游戏市场每年缺几十万从业人员的同时,又有那么多学生在学习毕业后找不到工作的原因了。排除了市场竞争激烈、个人运气等因素后,我们分析出一个主要原因就是动漫的教育目前普遍落后于实际市场水平,校园内所学到的知识无法满足广告公司、动画公司这样的用人单位的需要。单一的软件学习,缺乏实用性的知识结构,甚至急功近利短期速成,这些都是教育单位普遍存在的症结。

在接到中国高等教育动漫专业精品系列规划教材的组织编写任务后,本人唯恐不能很好地完成目标而终日殚精竭虑。在走访各大专院校以及与专家组成员一次次充满激情的编写讨论会议上,思路逐渐清晰。多年的教学经验和思路得到了大家的帮助和肯定,一套与市场相结合、旨在提高学生实际应用能力的教学体系被建立起来。围绕这套课程体系,系列教材的编写思路也终于确定下来。诚然,教材篇幅有限,不能像实际授课那样与读者朋友面对面地交流,但是希望我们贯穿教材的教学理念和经典课程,可以通过这方寸之地与读者朋友进行沟通。对于正在学习阶段和打算从事这一行业的朋友如果起到一点促进和提醒的作用,那么我们整套教材的作者也就心满意足了。

图书是一个窗口,通过这个窗口使作者与读者拉近了距离。我们打开了这个窗口,希望看到窗口另一边的你。大家可以通过我们的网站 www.kunpengcg.com (E-mail: cdpx@263.net) 来进一步了解我们的教学思路,也可以通过网站继续对某些知识模块进行更深入的学习和探讨,更加希望读者朋友给本套丛书多提宝贵意见,使我们改进不足,继续为动漫爱好者做好教育服务。

最后,衷心感谢在教材编写过程中付出辛勤汗水的以下专家和教师,他们是:天津指南针多媒体设计中心的高文胜老师,大纲的建立您功不可没;范例的制作部分要感谢中央美术学院的张楠、魏静、王楠、李露几位老师,你们的教学经验和认真工作是本书的保障;还要感谢王俊祥、张光明、伍佰强、刘湘潭、马帅、张伟几位老师,是你们精彩的演示保证了教材中视频教程的顺利实现;另外还要感谢刘宏淘、马蒙两位老师在文字整理以及资料收集上不厌其烦的工作;最后还要特别感谢天津大学出版社的韩旭老师为本套教材承担的最烦琐的图书校正工作。感谢大家!

中央美术学院 程大鹏

2009年3月

目 录

任务 1	经典数字三维模型赏析	(1)
1.1	数字三维造型方式与传统造型方式的区别	(2)
1.2	经典数字模型欣赏	(3)
1.3	数字三维造型的学习过程	(4)
任务 2	三维游戏低模表现	(5)
2.1	游戏行业对模型的要求	(6)
2.2	制作技巧综述	(11)
2.3	任务 2 的范例说明	(19)
2.4	三维游戏低模制作——人物	(20)
2.5	三维游戏低模制作——动物	(32)
2.6	任务小结	(37)
任务 3	三维建筑模型设计与表现	(38)
3.1	建筑模型的设计流程	(39)
3.2	任务 3 的范例说明	(41)
3.3	现代建筑模型——伯瓷	(42)
3.4	西方古典建筑模型——泰姬陵	(47)
3.5	中式建筑模型——天坛	(57)
任务 4	三维工业模型表现	(74)
4.1	关于动漫行业中提高工业模型真实度的几点建议	(75)
4.2	如何有选择地学习工业模型的建模方式	(77)
4.3	任务 4 的范例说明	(77)
4.4	使用 NURBS 制作水壶	(78)
4.5	多边形制作变形金刚	(86)
4.6	任务小结	(96)
任务 5	三维生物模型设计与表现	(97)
5.1	解剖知识	(98)
5.2	任务 5 的范例说明	(109)
5.3	生物模型制作——男人体	(110)
5.4	任务小结	(128)

任务 1

经典数字三维模型赏析

1.1 数字三维造型方式与传统造型方式的区别

自计算机诞生开始,就注定了对各行各业产生本质性的影响。美术创作长久以来的各种表现手段中,同样也多了“数字技术”这一新式的手法。利用数字技术创造立体(三维)模型,丰富了传统的立体造型手段,经过多年教学的经验总结,我们发现数字立体造型手段不仅仅是在相关行业的职业技能,它还可以发展成很多美术学科的教学辅助手段,这不仅在教学形式上颠覆了以往的思路,更在对学生传授知识的效果上有了质的飞跃。基于本书属于一线课堂教材的性质,这里我们暂且不谈未成定论的学术问题,只对事实规律加以总结和分析,希望为读者朋友在逻辑分类的层面上有一定的帮助。

1.1.1 数字三维造型的定义

三维造型是一个比较抽象的概念,而加上一个“数字”后,概念的范围就缩小了很多。这里我们给出的定义是:以计算机软、硬件为创作工具,进行立体对象的创造。创造出的立体对象可以是由数码虚拟的影像,也可以是由真实物质材料构成的实体。这个过程如果是纯艺术性的,我们可以称之为“数字雕塑艺术”,这个过程如果是纯商业性的,我们也可以称之为“数字成型技术”。

1.1.2 数字三维造型方法的分类

我们可以按照造型对象的性质将数字三维造型方法分成两大类:第一类造型对象是由真实物质材料构成的实体,此类方法需要通过三维雕刻设备来得到最后的实体模型;第二类造型对象是由数码虚拟构成的影像,此类方法需要诸如电脑、电视机等媒体设备作为承载平台。在动漫行业的创作中,通常指的是第二类造型方法,这同样也是本教材的教学内容。

1.1.3 数字三维造型方法的特点

使用比较的方法进行特点分析,比较的对象就是传统立体造型方法,见表 1.1。

表 1.1 传统三维造型与数字三维造型的比较

阶段	分 类	
	传统三维造型	数字三维造型
视觉体验	(1) 模型;(2) 现场;(3) 静态; (4) 观察视角受场地和对象的诸多限制	(1) 模型;(2) 动态;(3) 任意视角
总结	传统三维造型方法视觉体验方式单一,数字三维造型方法视觉体验方式灵活	
思维组合过程	纸、笔——简模	基本几何物体——简模——具相模型
总结	传统三维造型设计环境转变较大,思维过程容易缺乏连贯性。数字三维造型设计环境固定,思维过程连贯性较强	

续表

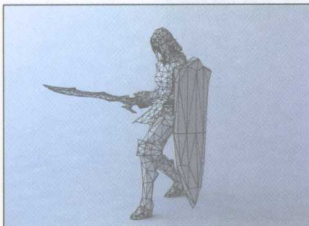
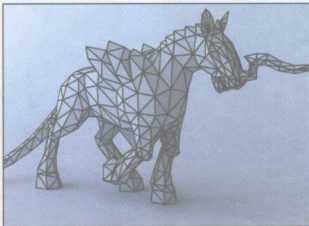
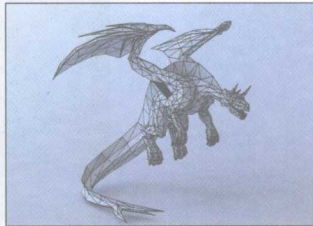
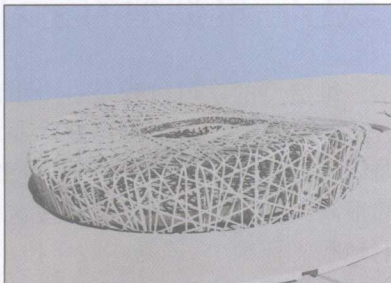
阶段	分 类	
概念阶段的表现手段和方法	(1)纸、刀子、胶水;(2)木材、锯子、钉子;(3)金属、焊枪;(4)泥土等;(5)不可复制	(1) 计算机、数码相机、手指; (2)任意复制
总结	传统三维造型表现手段有限、方法耗时,且受材料属性影响较大。数字三维造型表现手段多样、方法简便,不受任何材料属性影响	
调整修改	橡皮、刀子、锯等	(1) Delete;(2) 软件操作步骤的重复
总结	传统三维造型概念一旦成型,修改调整不方便。数字三维造型概念的调整和修改极其方便	

通过以上分析,我们可以看出数字三维造型方法的诸多优点,但它的缺点是:本质上是虚拟的产物,无法触摸和实地感知,所以存在感不如传统三维造型方法;另外如果与传统三维造型方法进行单一属性的比较,数字三维造型方法也处于劣势,比如,如果都用泥塑的手法或国画的手法进行艺术创造,数字三维造型方法就显然不如传统三维造型方法来得自然。

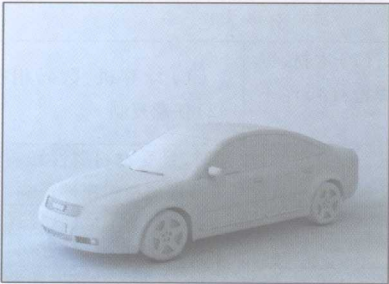
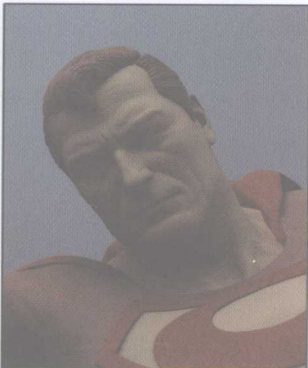
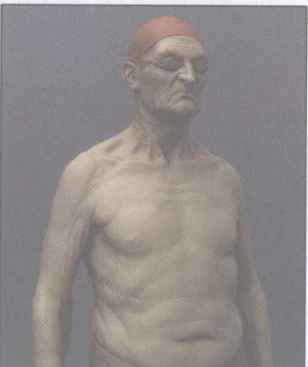
1.2 经典数字模型欣赏

一些经典的造型艺术,都是集艺术与技术于一身的,数字模型也不例外。表 1.2 为大家分类展示一些优秀数字模型作品,你会感受到模型中散发出来的艺术张力。

表 1.2 经典数字模型欣赏

低 网 格 游 戏 模 型			
	韩国著名网络游戏中的 角色“精灵战士”	著名 RPG 游戏《英雄无敌》中的 角色“噩梦”	著名 RPG 游戏在 《英雄无敌》中的角色“绿龙”
建 筑 模 型			
	美国某钢铁大桥	北京奥运场馆“鸟巢”	

续表

工业模型		
	奥迪 A6	新版变形金刚“大黄蜂”
生物模型		
		
	美国著名 CG 艺术家 Krishnamurti M. Costa 作品	

1.3 数字三维造型的学习过程

数字三维造型的学习过程是一个由浅入深、循序渐进的过程,对于初学者来说有一个科学的学习方法非常重要。从造型和技术要求相对低的游戏模型开始入手是一个不错的方法,然后逐渐向组合理念建模的建筑模型、造型较为复杂的工业模型过渡,最后训练对造型、网格布线要求都很高的高网格生物模型。在这样一个完整的训练结束后,就会发现自己无论是在造型理论上和眼光标准上,还是在数字技术、技巧的发挥上,都会得心应手了。本教材正式遵循这一科学的教学思路来为大家讲解数字三维造型的知识。那么,马上进入下一个任务,踏上成为数字三维造型大师之旅吧!

用。然而,随着世界中被训练出来的人越来越多,大企业的运营成本急剧增加,新产品的开发周期也随着竞争的加剧而不断缩短。在这种情况下,企业必须寻求一种新的方法来降低运营成本,提高生产效率。一种新的方法就是使用三维游戏引擎。三维游戏引擎是一种用于创建和渲染三维场景的软件。它可以将复杂的三维模型和纹理数据转换为可以在计算机上实时渲染的格式。使用三维游戏引擎,企业可以快速创建和测试新的产品原型,从而大大缩短了开发周期。此外,三维游戏引擎还可以用于创建高质量的三维动画和特效,这对于提高产品的视觉吸引力也非常重要。因此,使用三维游戏引擎已经成为许多企业降低运营成本、提高生产效率的重要手段。

在三维游戏引擎中,通常会将场景中的物体分为静态物体和动态物体。静态物体是指那些在场景中位置固定不变的物体,如建筑物、地形、树木等。动态物体则是指那些在场景中位置可以发生变化的物体,如角色、车辆、动物等。对于静态物体,引擎通常会进行预计算,生成静态网格和纹理,以提高渲染效率。对于动态物体,引擎则会采用更复杂的渲染技术,如骨骼动画、粒子系统等,以实现更逼真的效果。此外,引擎还会处理光照、阴影、雾气等效果,以增强场景的真实感。通过合理配置和优化,三维游戏引擎可以满足不同规模和应用的需求。

任务 2

三维游戏低模表现

在三维游戏中,低模表现是指使用低多边形模型来表现游戏中的物体和场景。低模表现通常用于创建游戏中的角色、道具、环境等元素。低模表现的优点在于其渲染效率高,可以在较低的硬件配置下实现流畅的游戏体验。同时,低模表现也可以赋予游戏一种独特的艺术风格,使其在众多游戏中脱颖而出。然而,低模表现也存在一些缺点,如模型细节较少、纹理质量较低等。因此,在追求低模表现的同时,也需要在模型质量和渲染效果之间进行权衡。

在低模表现中,模型的多边形数量是一个重要的考量因素。通常,低模模型的顶点数会控制在几千到几万之间。为了在保证模型质量的同时降低多边形数量,设计师通常会采用一些优化技巧,如合并顶点、简化几何体等。此外,纹理也是低模表现中的一个关键环节。由于低模模型的细节较少,因此需要通过高质量的纹理来弥补。通常,低模模型会使用较大的纹理贴图,并采用 mipmapping 技术来优化纹理的加载和渲染。光照和阴影也是低模表现中不可忽视的部分。通过合理配置光照和阴影参数,可以有效地提升低模场景的视觉效果。总之,低模表现是一种在性能和视觉效果之间寻求平衡的有效手段。



图 4-2-1 低模表现效果示例

伴随着互联网的传播,游戏行业发展到今天,已经成为人们生活中不可缺少的一部分。电脑从进入寻常百姓家里的那一刻起,就注定了成为游戏的一个主要载体。近几年电脑硬件的性能直线提升,游戏软件也追随着硬件的发展,不断增加游戏的容量和内容。三维类型游戏无论从视觉效果还是发挥硬件性能的角度来看,都是目前游戏市场上的宠儿。

伴随着游戏市场的火爆,游戏制作行业也迅速成长,每年几十万的用人岗位,极大地刺激了CG爱好者的参与,尤其是促使年轻人从娱乐的被动者转变成娱乐的实施者,这当中的感觉不言而喻。

游戏制作行业的公司,少则几十人,多则数百人。尤其是在比较规范的大公司,制作人员的分工是十分明确和细致的,仅电脑美术部分的环节具体分工就有若干种,当然,不同公司按照不同的项目需要会有所区别,但是一般可以分为:模型组(负责模型的建立和VU的拆分),材质组(专门负责贴图的绘制),动作组(负责游戏中各种关键帧动画的调整),特效组(负责场景中像河流、火光、烟雾等一些特殊的动画效果)。

本次任务重点对游戏制作中的低网格模型的制作进行讲解。通过本次学习,你会对模型的各种要求有一个全面的理解,为日后进入游戏公司做好准备。关于游戏制作材质、动画等方面的学习,请参考同系列丛书的相关部分。

2.1 游戏行业对模型的要求

三维模型导入到游戏引擎中,会有许多制作规范需要遵守,不同游戏引擎对三维模型的要求又会不一样,我们将游戏制作行业中较为常见的要求在本节进行总结,希望对初学者有一定的帮助。

1. 模型网格数量的要求

三维类型的游戏一般对模型面数的要求是比较严格的,不过近些年硬件性能提升很快,游戏对网格数量的要求也有所放松。需要注意的是,所有游戏对面数的计算,都是以Mesh(三角面)为最小单位的,我们在软件里多是用Polygon(多边形)来建模,多边形往往由 N 个隐藏边后的三角面组成,容易让人误解面数很少。见图2.1,左边的模型是在多边形模式下,面数显示是612,右边是一个完全相同的模型,在三角面的显示模式下,面数显示是1214。在模型最终导入到游戏之前,应该以三角面的方式检查模型的面数。

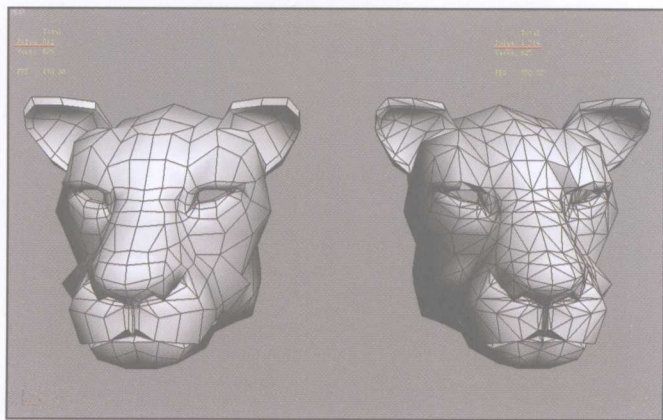


图 2.1 四边形网格与三角形网格

不同平台、不同类型的三维游戏,PC (Player Character, 玩家控制角色) 与 NPC (Non Player Character 非玩家控制角色) 在面数的要求上都有所不同。另外与游戏的核心——游戏引擎也有关系,引擎对于多边形处理性能的强弱也直接地体现在了对模型网格数量的要求上。一般情况下,对于不同游戏公司和不同项目,关于模型面数都会有具体的要求,初学者尽可能按要求制作。表 2.1 是对不同情况下三维模型面数的大致数据,供读者朋友参考。

表 2.1 不同游戏公司的三维模型面数数据

名称	面数	名称	面数	名称	面数
次世代	2 000—6 000	PC	500—3 000	掌机	50—2 000
格斗游戏	2 000—6 000	单机游戏	200—2 000	网络游戏	100—1 500
BOSS(头目)	2 000—6 000	PC(主角)	2 000—6 000	NPC(配角)	200—2 000
建筑物	500—3 000	道具	100—2 000	植物	50—500

2. 游戏模型在制作时的注意事项

(1) 文件的名称尽量起英文名称,因为大部分游戏引擎只识别英文系统。

(2) 可以利用 3DS Max 中叫“STL 检查”的修改器来检查模型的错误。“STL 检查”修改器虽然为制造业中特殊设备制造模型时的数据检测而用,但是同样可以检测游戏模型的错误,因为两者对模型数据有着很多相同的要求,见图 2.2。

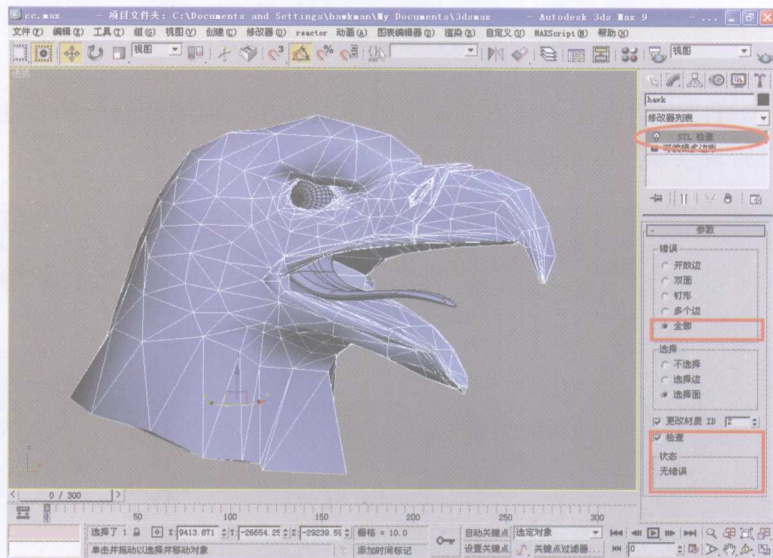


图 2.2 “STL 检查”修改器

(3) 模型制作完成后,检查模型和场景中是否有隐藏的部分未显示,这是初学者由于粗心经常犯的错误。

(4) 细心检查模型的点、边、面,是否有不符合游戏引擎要求的情况。

3. 游戏模型关于多边形的制作规范

游戏引擎对三维模型的点、边、面有很多严格的限制,如果不遵循这些要求,你的模型很可能在游戏中不能正常显示,自然就要返工。了解这些制作规范,是学习游戏模型设计与制作的前提条件。

1) 模型中关于点的制作规范

(1) 模型中不可以有孤立的顶点存在。所谓孤立的顶点,就是没有与边、面连接而独立存在的顶点。检测的方法是使用可编辑多边形中的“移除孤立顶点”命令,见图 2.3。

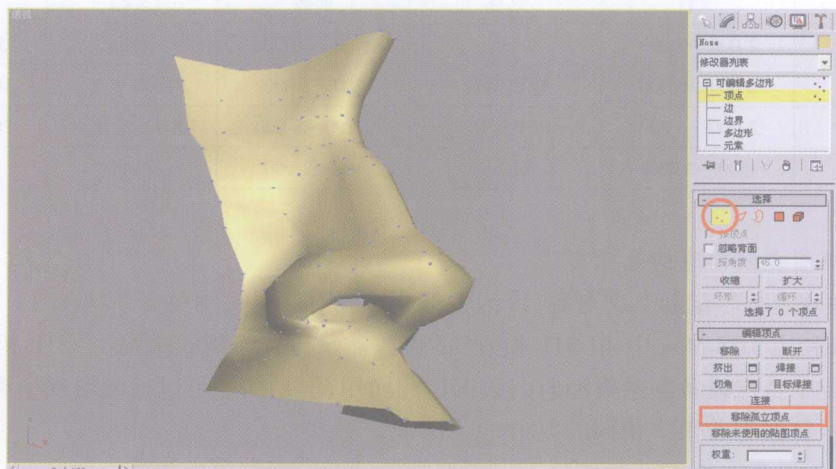


图 2.3 使用“移除孤立顶点”命令

(2) 模型中不可以有融合在一起但未焊接的顶点存在。检测和修改的方法是添加“顶点焊接”修改器,之后观察顶点数量是否有变化,见图 2.4。

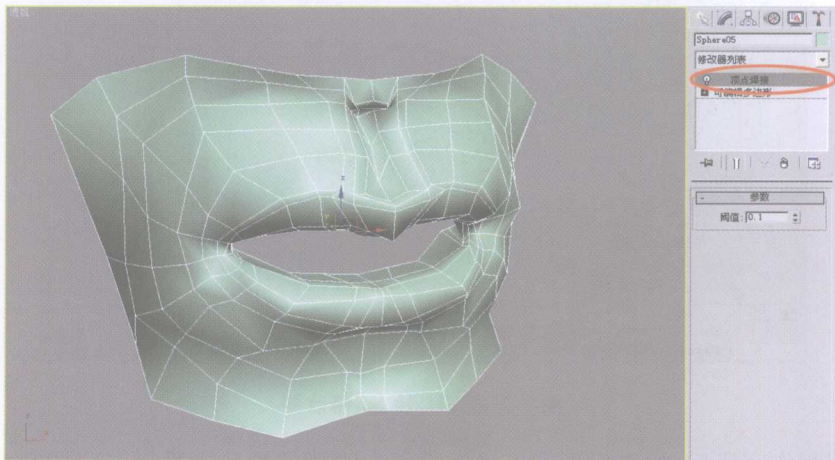


图 2.4 使用“顶点焊接”修改器

2) 模型中关于边的制作规范

有些游戏引擎不支持模型中有开放的边。开放的边指的是面被删除后产生的“洞”周围的边。检测方法是在可编辑多边形中的“边界”编辑方式下按快捷键<Ctrl> + <A>,如果此时有边被选择上,那便是开放的边,见图2.5。

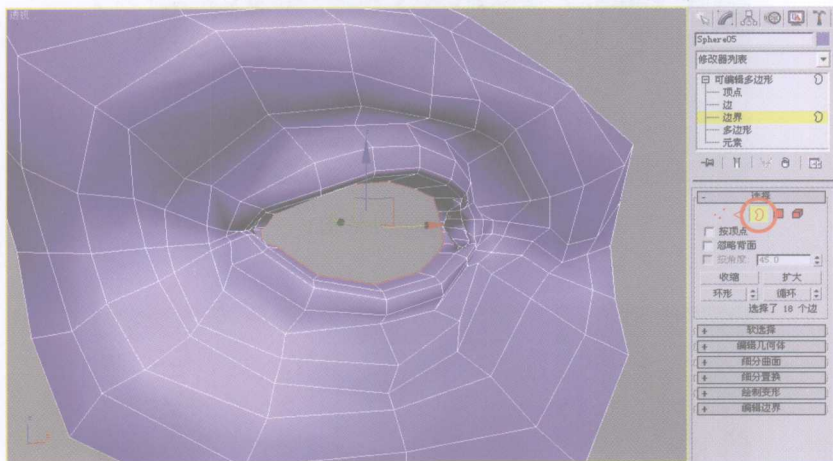


图 2.5 使用“边界”编辑命令

3) 模型中关于面的制作规范

(1) 模型中不可以有交叉的面出现,见图2.6。

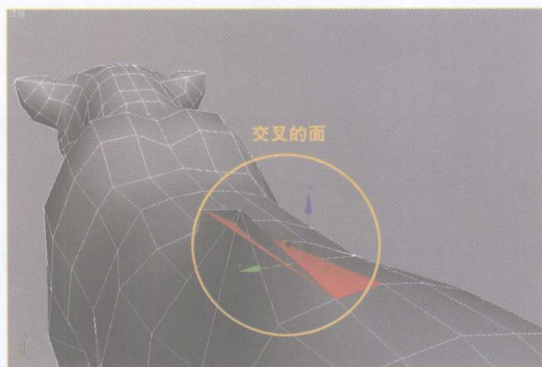


图 2.6 交叉的面

(2) 模型中不可以出现法线方向不一致的面。检测和修改的方法是将模型转化成可编辑网格,利用“显示法线”观察出错的面,利用法线翻转或统一命令进行修改,见图2.7和图2.8。

(3) 有些游戏引擎不支持元素的交叉现象,见图2.9。

(4) 有些游戏引擎不支持“尖锐”的顶点。所谓“尖锐”的顶点指的是多条边在共享同一个顶点时的角度限制超过了一定范围,共享的顶点就成为“尖锐”的顶点。解决的办法是将点进行倒角,转化出面来,见图2.10。