

本书提供仿真源程序

EON虚拟仿真 高级应用

牛余朋 / 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

EON虚拟仿真 高级应用

牛余朋 / 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书分四篇对 EON 软件进行了详细的介绍：基础入门篇主要介绍当前虚拟现实领域的一些基本概念和 EON 的基础知识；节点介绍篇主要介绍 EON 软件中一些常用节点的使用方法；高级进阶篇主要介绍如何更加深入地设计 EON 仿真程序；案例应用篇以示例的形式详细地介绍动态加载、数据库和文件访问、动画仿真、流程控制、虚拟装配，以及 EON 如何与外部程序交互等方面的内容，并进行了仿真实验，每个示例都给出了详细的仿真程序。

本书的工程应用性较强，对于虚拟现实的初学者（尤其是在校学生）和虚拟仿真工程师都会有较大的启发。本书既可作为高等院校相关专业的教材，也可供从事虚拟仿真相关工作的人员参考。

本书提供了相关的仿真源程序，读者可登录华信教育资源（www.hxedu.com.cn）免费注册后下载。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

EON 虚拟仿真高级应用 / 牛余朋编著. —北京：电子工业出版社，2019.7

ISBN 978-7-121-36612-3

I. ①E… II. ①牛… III. ①计算机仿真—应用软件 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 098557 号

责任编辑：田宏峰

印 刷：三河市君旺印务有限公司

装 订：三河市君旺印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：19.25 字数：492 千字

版 次：2019 年 7 月第 1 版

印 次：2019 年 7 月第 1 次印刷

定 价：79.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：tianhf@phei.com.cn。

前 言

虚拟现实技术是近年来新兴的一种信息技术，它与多媒体和网络技术并称为三大前景最好的计算机技术。它以计算机技术为核心，利用并综合三维建模技术、多媒体技术、仿真技术、传感技术、显示技术等最新发展成果，通过计算机等设备产生一个逼真的三维视觉、听觉、触觉等多种感官体验的虚拟世界，从而使人们产生一种身临其境的感觉，使之与计算机融为一体。

虚拟现实的初级应用主要有两种，一种是建筑漫游，另一种是产品展示，都只是浏览，这也是现在市场上应用最多的。虚拟现实的中级应用主要是虚拟拆装仿真。虚拟现实的高级应用是将软件部分更多地和硬件结合起来，达到高度的仿真效果，给人更好的沉浸感，例如结合仿真器、各种虚拟硬件去实现仿真的体验，让人在体验的过程中学到更多的东西。高级应用在操作训练、战场仿真方面比较多。虚拟现实的高级应用对软件要求非常高，目前只有极少数虚拟现实软件能满足上述需要。

EON 是一款由美国 EON Reality 公司开发的实时 3D 多媒体仿真工具，适合工商业、学术界和军事等领域使用。EON 易学易用、表现逼真、整合性强，可以广泛应用于教学研究、企业和院校培训，以及营销展示等领域。

为便于读者理解和掌握设计 EON 的相关技术，本书分四篇进行了探讨：基础入门篇主要介绍当前虚拟现实领域的一些基本概念和 EON 的基础知识；节点介绍篇主要介绍 EON 中一些常用节点的使用方法；高级进阶篇主要介绍在掌握 EON 基础知识之后如何更加深入地设计 EON 仿真程序；案例应用篇主要从动态加载、数据库和文件访问、动画仿真、流程控制、虚拟装配以及 EON 如何与外部程序交互等几个方面进行了详细的示例讲解，并进行仿真实验，书中的每个示例都给出了详细的仿真源程序。

本书由牛余朋组织编写，李攀编写第 1、2 章，陈静雯编写第 3、4 章，李晨飞编写第 5、6 章，牛余朋编写第 7 至 13 章，成曙编写第 14、15 章，高强编写第 16 章。在本书编写过程中，王红召、李伟、王娜对书中部分内容提出了很好的修改意见，并给予了大力支持和帮助；我的妻子给予了大力支持，在时间上给予了全力保障；感谢电子工业出版社的编辑，没有他们，本书不可能如期顺利出版。

本书的工程应用性较强，对于虚拟现实初学者（尤其是在校学生）及虚拟仿真工程师都会有较大的启发。本书既可作为高等院校相关专业的教材，也可供从事虚拟仿真相关工作的人员参考。

在编写过程中，本书参考和应用了一些文献资料，特向原作者表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免会有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

牛余朋
2019 年 4 月

目 录

第一篇 基础入门篇	(1)
第1章 虚拟现实技术及EON软件介绍	(3)
1.1 虚拟现实技术	(3)
1.1.1 虚拟现实技术的基本概念	(3)
1.1.2 虚拟现实技术的发展现状	(4)
1.1.3 虚拟现实技术的应用领域	(5)
1.2 EON 软件介绍	(7)
1.2.1 EON 软件概述	(7)
1.2.2 EON 产品家族介绍	(8)
1.2.3 系统需求	(9)
第2章 EON Studio 入门	(11)
2.1 如何快速获取帮助	(11)
2.2 EON Studio 工作区	(11)
2.2.1 工作区默认视图	(12)
2.2.2 视窗布局模式	(12)
2.3 EON Studio 视窗	(15)
2.3.1 仿真树 (Simulation Tree) 视窗	(15)
2.3.2 组件 (Components) 视窗	(23)
2.3.3 属性栏 (Property Bar) 视窗	(25)
2.3.4 逻辑关系 (Routes) 视窗	(29)
2.3.5 蝶状 (Butterfly) 视窗	(33)
2.3.6 查找 (Find) 视窗	(37)
2.3.7 日志 (Log) 视窗	(39)
2.4 EON Studio 主菜单栏	(41)
2.4.1 File 菜单	(41)
2.4.2 Edit 菜单	(42)
2.4.3 View 菜单	(43)
2.4.4 Simulation 菜单	(44)
2.4.5 Options 菜单	(44)
2.4.6 Window 菜单	(45)
2.4.7 Tools 菜单	(46)
2.4.8 Help 菜单	(47)
2.5 EON Studio 工具栏	(47)
2.5.1 主工具栏	(47)

2.5.2	选择工具栏	(49)
2.5.3	可视节点工具栏	(49)
2.5.4	缩放工具栏	(50)
2.5.5	状态栏	(50)
2.6	EON Studio 组件简介	(51)
2.6.1	节点简介	(51)
2.6.2	元件简介	(53)
2.6.3	节点和元件的基本操作	(59)
第3章	创建 EON 仿真程序	(63)
3.1	EON 中的坐标系统	(63)
3.1.1	关于坐标系	(63)
3.1.2	平移 (Translation)	(63)
3.1.3	旋转 (Rotation)	(63)
3.1.4	缩放比例 (Scaling)	(64)
3.1.5	缩放方向 (Scaling Orientation)	(64)
3.1.6	组合变换	(64)
3.2	EON 中的资源数据库结构	(64)
3.3	创建 EON 仿真程序	(66)
3.3.1	在 EON 中导入 3D 模型	(67)
3.3.2	调整场景和 3D 模型	(76)
3.3.3	3D 模型的编辑和引用的修改	(76)
3.3.4	给 3D 模型添加导航和运动	(82)
3.3.5	给 3D 模型添加多媒体效果	(84)
3.4	保存 EON 仿真程序	(85)
3.4.1	EON 的文件格式	(85)
3.4.2	创建工程文件	(86)
3.4.3	创建发布文件	(86)
3.4.4	仿真程序的保护	(87)
3.5	运行和监测 EON 仿真程序	(88)
3.5.1	运行 EON 仿真程序	(88)
3.5.2	监测 EON 仿真程序	(89)
3.6	发布 EON 仿真程序	(90)
第二篇	节点介绍篇	(91)
第4章	EON 节点介绍	(93)
4.1	代理节点	(93)
4.1.1	切换场景 (ChangeSimulation) 节点	(93)
4.1.2	计数器 (Counter) 节点	(93)
4.1.3	立体声 (DirectSound) 节点	(94)
4.1.4	拖曳 (DragDrop) 节点	(96)

4.1.5	重力 (Gravitation) 节点	(97)
4.1.6	关键帧 (KeyFrame) 节点	(97)
4.1.7	切换开关 (Latch) 节点	(100)
4.1.8	运行外部程序 (LaunchExternalProgram) 节点	(100)
4.1.9	导弹 (Missile) 节点	(100)
4.1.10	运动 (Motion) 节点	(101)
4.1.11	简易开关 (OnOff) 节点	(101)
4.1.12	放置 (Place) 节点	(102)
4.1.13	位置 (Position) 节点	(102)
4.1.14	旋转 (Rotate) 节点	(103)
4.1.15	自转 (Spin) 节点	(103)
4.1.16	文本框 (TextBox) 节点	(104)
4.1.17	提示 (ToolTip) 节点	(104)
4.1.18	触发 (Trigger) 节点	(105)
4.1.19	变焦 (Zooming) 节点	(105)
4.2	基本节点	(106)
4.2.1	摄像机 (Camera) 节点	(106)
4.2.2	文件 (File) 节点	(108)
4.2.3	框架 (Frame) 节点	(108)
4.2.4	框架枢轴 (FramePivot) 节点	(108)
4.2.5	群组 (Group) 节点	(109)
4.2.6	多层次精细度 (LevelOfDetail2) 节点	(109)
4.2.7	灯光 (Light2) 节点	(110)
4.2.8	开关 (Switch) 节点	(111)
4.2.9	动力开关 (PowerSwitch) 节点	(112)
4.2.10	分数 (Score) 节点	(112)
4.2.11	脚本 (Script) 节点	(113)
4.2.12	排序 (Sequence) 节点	(114)
4.2.13	系统信息 (SystemInformation) 节点	(115)
4.2.14	视口 (Viewport3) 节点	(116)
4.3	图形用户界面控制节点	(118)
4.3.1	2D 文本 (2DText2) 节点	(118)
4.3.2	2D 编辑 (2DEdit2) 节点	(119)
4.3.3	2D 图像 (2DImage2) 节点	(119)
4.3.4	菜单 (MenuItem2 和 PopupMenu2) 节点	(119)
4.3.5	打开/另存为文件对话框 (OpenSaveDialog) 节点	(121)
4.3.6	进度条 (ProgressBar2) 节点	(122)
4.3.7	滑块 (Slider2) 节点	(122)
4.4	运动模型节点	(123)

4.4.1	键盘移动 (KeyMove) 节点	(124)
4.4.2	步行 (Walk) 节点	(125)
4.4.3	漫游 (WalkAbout) 节点	(126)
4.4.4	轨道导航 (OrbitNavigation) 节点	(128)
4.4.5	导航 (Navigation) 节点	(128)
4.5	传感器节点	(128)
4.5.1	盒子感应器 (BoxSensor) 节点	(128)
4.5.2	单击传感器 (ClickSensor) 节点	(129)
4.5.3	键盘传感器 (KeyboardSensor) 节点	(130)
4.5.4	鼠标传感器节点	(130)
4.5.5	时间传感器 (TimeSensor) 节点	(131)
4.6	运算 (Operations) 节点	(132)
4.6.1	算术 (Arithmetic) 节点	(132)
4.6.2	逻辑节点	(132)
4.6.3	常数 (Constant) 节点	(133)
4.6.4	转换 (Converter) 节点	(133)
4.6.5	路径开关 (RouteSwitch) 节点	(133)
4.7	可视 (Visual) 节点	(133)
4.7.1	Mesh3 节点	(133)
4.7.2	Mesh3Properties 节点	(134)
4.7.3	ShaderMaterial 节点	(134)
4.7.4	MultiMaterial 节点	(135)
4.7.5	Shape 节点	(135)
4.7.6	Texture2 和 MovieTexture 节点	(135)
4.7.7	TextureResourceGroup 节点	(136)
第三篇	高级进阶篇	(137)
第5章	EON 动态加载和流	(139)
5.1	EON 动态加载简介	(139)
5.2	创建动态加载的 EON 仿真程序	(140)
5.2.1	动态元件节点	(140)
5.2.2	具有下载域的节点	(143)
5.2.3	制作动态元件	(143)
5.3	设置 PrototypebaseURL 属性	(144)
5.4	关于流的概念	(145)
5.4.1	流与动态加载的区别	(145)
5.4.2	可以使用流的节点	(146)
第6章	EON 脚本编程	(147)
6.1	简介	(147)
6.2	脚本编程指导	(147)

6.2.1	什么是脚本编程	(147)
6.2.2	一个简单的脚本编程示例	(148)
6.2.3	在脚本节点中创建域	(149)
6.2.4	创建子程序	(153)
6.2.5	使用脚本程序编辑器	(154)
6.2.6	脚本编程的注意事项	(156)
6.2.7	访问域值	(156)
6.2.8	脚本程序执行的内部工作机制	(160)
6.2.9	脚本程序的调试	(167)
6.3	脚本编程参考	(169)
6.3.1	EON 中可以进行脚本编程的对象	(169)
6.3.2	EON 基本对象	(170)
6.3.3	EON 节点对象	(182)
6.3.4	EON 域对象	(185)
6.3.5	特殊事件	(191)
6.3.6	特殊对象	(193)
6.4	脚本程序应用	(193)
6.4.1	脚本程序的一般用途	(194)
6.4.2	发送事件功能	(195)
第 7 章	EON 流程控制	(197)
7.1	什么是流程控制	(197)
7.2	用于流程控制的节点	(198)
7.2.1	流程节点介绍	(198)
7.2.2	流程节点属性和域	(198)
7.3	如何进行流程控制	(200)
7.4	流程控制注意事项	(201)
第 8 章	EonX 控件编程	(205)
8.1	EonX 控件介绍	(205)
8.1.1	什么是 EonX 控件	(205)
8.1.2	什么是主机应用程序	(205)
8.1.3	EonX 控件的属性、方法和事件	(205)
8.2	EonX 控件的属性	(206)
8.3	EonX 控件的方法	(208)
8.3.1	Start 方法	(208)
8.3.2	Stop 方法	(208)
8.3.3	Pause 方法	(208)
8.3.4	Fullsize 方法	(208)
8.3.5	SaveSnapshot 方法	(209)
8.3.6	ShowSettingsDialog 方法	(209)

8.3.7	SendEvent 方法	(209)
8.4	EonX 控件的事件	(209)
8.5	与主机应用程序通信	(210)
8.5.1	设计 EON 仿真程序来进行外部通信	(210)
8.5.2	添加外部域	(210)
8.5.3	通过外部域接收和发送事件	(211)
第 9 章	EON 仿真程序的网页发布方式	(213)
9.1	EON 网页发布条件	(213)
9.2	EON 网页发布方法	(214)
9.2.1	使用 EON Web API 方法	(214)
9.2.2	EON 网页发布相关的几个文件	(214)
9.2.3	EON 变量	(216)
9.2.4	EON 函数	(217)
9.2.5	发送和接收事件	(219)
9.3	EON 网页发布向导	(221)
第四篇	案例应用篇	(227)
第 10 章	EON 动态加载示例	(229)
第 11 章	数据库和文件访问示例	(233)
11.1	访问数据库	(233)
11.1.1	什么情况下使用数据库	(233)
11.1.2	从数据库中读取数据	(233)
11.1.3	添加、更新或删除数据库中的数据	(235)
11.2	访问文件	(236)
第 12 章	简单交互动画示例	(239)
12.1	功能说明	(239)
12.2	设计流程	(239)
12.2.1	导入电风扇模型	(239)
12.2.2	改变初始视角	(241)
12.2.3	整理仿真树	(242)
12.2.4	添加导航	(242)
12.2.5	添加运动节点	(243)
第 13 章	客厅制作仿真示例	(247)
13.1	功能说明	(247)
13.2	设计流程	(247)
13.2.1	导入 3D 模型	(247)
13.2.2	改变初始视角	(248)
13.2.3	移动台灯	(249)
13.2.4	在电视机中播放视频	(250)
13.2.5	增加开启影片的互动功能	(253)

13.2.6 键盘控制台灯的开关	(254)
13.2.7 增加额外视角	(258)
13.2.8 为客厅增加自然环境	(259)
第 14 章 流程控制示例	(261)
14.1 导入模型	(261)
14.2 规划路径	(262)
14.3 添加流程控制节点	(264)
第 15 章 虚拟装配与拆卸示例	(267)
15.1 功能说明	(267)
15.2 设计流程	(267)
15.2.1 导入 3D 模型	(267)
15.2.2 整理仿真树	(269)
15.2.3 调整模型的尺寸和视角	(270)
15.2.4 总体设计	(270)
15.2.5 教学模式 (A_mode) 设计	(275)
15.2.6 训练模式 (T_mode) 设计	(277)
第 16 章 EON 与外部程序交互	(281)
16.1 EonX 控件与 VC 之间的消息传递原理	(281)
16.2 EonX 控件在 VC 中的具体应用	(283)
16.2.1 建立 VC 应用程序框架	(283)
16.2.2 在 EON 仿真程序中添加外部域	(286)
16.2.3 在 VC 中编写交互代码	(288)
参考文献	(295)

第一篇

基础入门篇

第 1 章

虚拟现实技术及 EON 软件介绍

1.1 虚拟现实技术

1.1.1 虚拟现实技术的基本概念

虚拟现实（Virtue Reality, VR）是一种基于可计算信息的沉浸式交互环境。具体地说，就是采用以计算机技术为核心的现代高科技生成逼真的视觉、听觉、触觉一体化的特定范围的虚拟环境，用户可借助必要的设备以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互，从而产生与真实环境类似的感受和体验。作为计算机仿真的组成部分，虚拟现实采用计算机图形图像技术，根据仿真的目的，构造仿真对象的三维模型并再现真实的环境，可达到非常逼真的仿真效果。

虚拟现实技术具有以下五个主要特征：

- （1）沉浸性：是指虚拟现实技术能使人产生身临其境的感觉，就像真正的客观世界一样。
- （2）交互性：是指虚拟现实技术能够使用户与虚拟环境中的对象发生交互关系，其中人是交互的主体，虚拟对象是交互的客体，主体和客体之间的交互是全方位的。
- （3）构想性：是指虚拟现实技术不仅能使用户获取新的知识，提高感性和理性认识，还能使用户产生新的构思。
- （4）动作性：是指用户能以客观世界的实际动作或方式来操作虚拟系统，让用户感觉其面对的是一个真实的环境。
- （5）自主性：是指虚拟环境中对象可按各自的模型和规则自主运动。

虚拟现实的关键技术主要包括：动态环境建模技术、实时三维图形生成技术、立体显示和传感器技术、应用系统开发技术、系统集成技术等。

通过虚拟现实技术，可帮助人们更好地操作、体验一些在现实生活中存在困难或危险的活动，如危险的科学研究、军事演练、手术模拟等；也可以通过虚拟现实技术感受各国风光，以及诸如冒险等生活中难以做到的活动项目。同样，虚拟现实技术在娱乐、游戏方面也有巨大的作用，可为人们的休闲生活增加更多的乐趣。当今时代是科技高速发展的时代，虚拟现实技术的发展也有着重大的突破。虚拟现实技术是一项造福人类的技术，在医疗、教育、军事、娱乐等各个领域均有广阔的应用前景，可为科技的发展、社会的进步、人们的便利生活做出巨大贡献。

虚拟现实技术具有以下优点：

(1) 可节省成本。由于设备、场地、经费等硬件的限制,通常许多实验都无法进行,而利用虚拟现实技术,便可以足不出户地做各种实验,可在保证效果的前提下,极大地节省成本。

(2) 可规避风险。真实实验或操作往往会带来各种危险,利用虚拟现实技术进行虚拟实验,可在虚拟实验环境中安全地去做各种危险的实验。

例如,虚拟的飞机驾驶教学系统,可避免学员操作失误而造成飞机坠毁的严重事故。在虚拟的飞机驾驶训练系统中,学员可以反复操作控制设备,学习各种天气情况下飞机的起飞、降落等技术,通过反复训练,达到熟练掌握驾驶技术的目的。

(3) 不受空间和时间的限制。利用虚拟现实技术,可以彻底打破时间与空间的限制,大到宇宙天体,小至原子,都可以进入这些物体的内部进行观察。例如,一些需要几十年甚至上百年才能观察到的变化过程,通过虚拟现实技术可以在很短的时间内呈现出来。

1.1.2 虚拟现实技术的发展现状

虚拟现实技术发展大体上可以分为四个阶段,有声、形的动态模拟是蕴涵虚拟现实思想的第一阶段(1963年以前),虚拟现实萌芽为第二阶段(1963—1972年),虚拟现实概念的产生和理论初步形成为第三阶段(1973—1989年),虚拟现实理论进一步的完善和应用为第四阶段(1990—2004年)。

(1) 美国。美国是VR技术的发源地,其研究水平基本上代表了VR发展的水平。目前美国在该领域的基础研究主要集中在感知、用户界面、后台软件和硬件四个方面。

美国北卡罗来纳大学(UNC)的计算机系是进行VR研究最早、最著名的大学。麻省理工学院(MIT)是研究人工智能、机器人和计算机图形学及动画的先锋,这些技术都是VR技术的基础。1985年MIT成立了媒体实验室进行虚拟环境的研究。SRI研究中心建立了视觉感知计划,研究现有VR技术的进一步发展;1991年后,SRI研究中心进行了利用VR技术对军用飞机或车辆驾驶的训练研究,试图通过仿真来减少飞行事故。华盛顿大学华盛顿技术中心的人机界面技术实验室(HIT Lab)将VR研究引入了教育、设计、娱乐和制造领域。伊利诺伊州立大学研制出了在车辆设计中支持远程协作的分布式VR系统。乔治·梅森大学研制出了一套在动态虚拟环境中的流体实时仿真系统。

从20世纪90年代初起,美国率先将虚拟现实技术用于军事领域,主要用于以下四个方面:一是虚拟战场环境,二是进行单兵模拟训练,三是实施诸军兵种联合演习,四是进行指挥员训练。

(2) 日本。在实用虚拟现实技术的研究与开发中,日本致力于建立大规模VR知识库的研究;另外,在虚拟现实的游戏方面也做了很多研究工作。

东京技术学院精密和智能实验室研究了一个用于建立三维模型的人性化界面。NEC公司开发了一套虚拟现实系统,它能让操作者使用“代用手”去处理三维CAD中的形体模型。京都的先进电子通信研究所(ATR)开发了一套系统,它能用图像处理来识别手势和面部表情,并把它们作为系统输入。日本国际工业和商业部产品科学研究院开发了一种采用X、Y记录器的受力反馈装置。东京大学的高级科学研究中心将他们的研究重点放在远程控制方面;东京大学原岛研究室开展了3项研究:人类面部表情特征的提取、三维结构的判定和三维形状表示、动态图像的提取;东京大学广濑研究室重点研究虚拟现实的可视化问题。筑波大学

研究了一些力反馈显示方法,开发了九自由度的触觉输入器、虚拟行走原型系统。富士通实验室有限公司研究了虚拟生物与VR环境的相互作用。

(3) 中国。和一些发达国家相比,我国的VR技术还有一定的差距,但已引起有关部门和科学家们的高度重视。根据我国的国情开展了VR技术的研究。在紧跟国际新技术的同时,国内的一些重点院校已积极投入这一领域的研究。

国内最早开展此项技术研究的是挂靠在西北工业大学电子工程系的西安虚拟现实工程技术研究中心。北京航空航天大学计算机系也是国内最早进行VR研究、最有权威的单位之一。浙江大学CAD&CG国家重点实验室开发出了一套桌面型虚拟建筑环境实时漫游系统。哈尔滨工业大学已经成功地虚拟出了人的高级行为中特定人脸图像的合成,解决了表情的合成和唇动的合成等技术问题,并正在研究人说话时头势和手势动作、语音和语调的同步等。清华大学计算机科学与技术系对虚拟现实与临场感进行了研究。西安交通大学信息工程研究所对虚拟现实中的关键技术——立体显示技术进行了研究,他们在借鉴人类视觉特性的基础上提出了一种基于JPEG标准压缩编码的新方案,获得了较高的压缩比、信噪比以及解压速率,并且通过实验结果证明了这种方案的优越性。中国科技开发院威海分院主要研究了虚拟现实中的视觉接口技术,完成了虚拟现实中体视图像的算法回显及软件接口^[2],他们在硬件上完成了LCD红外立体眼镜,并且已经实现商品化。北方工业大学CAD研究中心是我国最早开展计算机动画研究的单位之一,我国第一部完全用计算机动画技术制作的科教片《相似》就出自该中心。另外,西北工业大学CAD/CAM研究中心、上海交通大学图像处理模式识别研究所、国防科技大学计算机研究所、江苏科技大学计算机科学与技术系、安徽大学电子工程与信息科学系等单位也进行了一些研究工作和尝试。

各大高校和科研机构对虚拟现实技术的探索研究,足以体现我国对这一技术的重视以及这一技术的重要性,相信我国在虚拟现实技术的探索工作在不久的将来会取得重大成果。

1.1.3 虚拟现实技术的应用领域

中国信息通信研究院发布的《中国虚拟现实应用状况白皮书(2018年)》指出,虚拟现实是新一代的信息通信技术关键领域,具有产业潜力大、技术跨度大、应用空间广的特点。目前,虚拟现实产业正处于初期增长阶段,我国各级政府积极出台专项政策,各地产业发展各具特色。现阶段我国虚拟现实产业生态初步形成,产业链主要涉及内容应用、终端器件、网络通信/平台和内容生产系统等细分领域。在产业应用方面,应用趋势呈现规模化与融合化的发展态势。其中,规模化是指通过云化虚拟现实(Cloud VR)实现内容上云、渲染上云,从而解决用户体验、终端成本、技术创新与内容版权等方面现有的痛点。融合化是指虚拟现实与文化娱乐、医疗健康、工业制造、教育培训、商贸创意等传统行业的融合创新,丰富虚拟现实技术应用场景,助推传统行业转型升级。该白皮书详细阐述了虚拟现实在十几个场景下的应用案例。

(1) 虚拟现实+影视。当前,虚拟现实技术在影视制作中的应用,主要是通过构建出可与影视场景交互的虚幻三维空间场景,结合对观众的头、眼、手等部位动作捕捉,及时调整影像呈现内容,从而形成人景互动的独特体验。

(2) 虚拟现实+直播。在传统方式的视频直播中,观众往往不能全方位地了解直播对象周围的环境状况,无法切身感受现场氛围,而VR直播可将活动现场还原到虚拟空间中,其优

势在于：一是身临其境，借助 VR 头显，观众可以身临其境地在现场观看比赛，增加观众观看节目的趣味性；二是能自由选择位置和角度，时刻关注自己感兴趣的场景；三是互动性强，VR 直播的现场氛围要远远高于通过普通显示屏观看，在这种现场氛围的烘托下，观众的情绪极易被充分调动，增加观看的愉悦感。

(3) 虚拟现实+线下主题馆。VR 线下主题馆将传统电竞与虚拟现实技术相结合，结合空间光学动作捕捉系统、精确的多相机同步管理运算系统与特殊体感交互设备等，玩家可以化身为游戏中的虚拟角色，在特定游戏场景中自由行动，同时借助本地网络环境或云平台，可以让多人/多地的在线合作或对抗成为可能，极大地增强游戏的可玩性和趣味性。

(4) 虚拟现实+文物保护。我国是世界文化遗产大国，近年来国家在不断加大对文物古迹的保护力度，其意义绝不仅仅是把文物修好、保护好，更重要的是承担文化传承和推广的责任，弘扬优秀传统文化精神。将虚拟现实技术创新性地应用于文物保护工作，可以建立数字化的文物保护方法，为文物的保存、修复和展示提供新的技术手段，让历史得以数字化再现，文明得以信息化传承。

(5) 虚拟现实+科研教学。在临床中，80%的手术失误是由人为因素引起的，所以手术训练极其重要。在传统的训练方式中，动物解剖实验（如小白鼠）的成本并不低，且多数无法重复使用；而人体解剖素材涉及伦理道德等问题，更加稀缺。虚拟现实技术可以帮助学生在虚拟手术台上反复练习，虽然无法完全取代真实的练习，但可以作为预习和强化记忆的手段，具备在医学领域推广应用的条件。

(6) 虚拟现实+运维巡检。在工业生产制造过程中，为维护设备安全稳定运行而展开的运维巡检工作量非常巨大，虚拟现实技术的到来，可以使生产人员通过安全的数据可视化头显对设备运转状态、生产环境以及潜在隐患等关键信息进行监测和排查，有利于全面、准确、实时地了解整体生产制造的情况，从而提高生产安全系数和生产效率。

(7) 虚拟现实+产品设计。以工业互联网/物联网平台为基础，虚拟现实成为实现数字孪生（Digital Twins）的核心技术之一。依托特定的工具软件，可以在虚拟空间中构建出与物理世界完全对等的数字镜像，成为将产品研发、生产制造、商业推广三个维度的数据全部汇集的基础，实现数据信息与真实物理环境间的互动，可为进行阶段性数据验证、业务流程参考等提供重要支撑。

(8) 虚拟现实+自动驾驶。据兰德智库预计，L5 级别的自动驾驶车辆在正式上路之前需要进行 110 亿英里（1 英里 $\approx$ 1.61 km）的路测。与此形成鲜明对比的是，目前该领域的领头羊 Waymo 在 2018 年 7 月宣布真实路测里程仅刚突破 800 万英里，其余厂商则差距更大。因此，在不能无限扩大自动驾驶测试车队规模的情况下，通过虚拟现实技术模拟真实道路环境进行测试成为业界的主流解决方案，如使用 NVIDIA DGX 和 Tensor RT 3 进行仿真，工程师可以在 5 小时内完成约 48 万千米的道路测试。按照这个速度，两天之内可完成全美所有道路的测试，这将极大地加快自动驾驶汽车研发、量产的进度。

(9) 虚拟现实+课堂教育。在教育场景中，虚拟现实技术可通过自然的交互方式，将抽象的学习内容可视化、形象化，为学生提供传统教材无法实现的沉浸式学习体验，提升学生获取知识主动性，实现更高的知识保留度。目前，教育已成为虚拟现实技术应用行业中发展最快也是最先落地的领域。随着政策的鼓励和市场的驱动，预计虚拟现实教育市场还将持续增长。