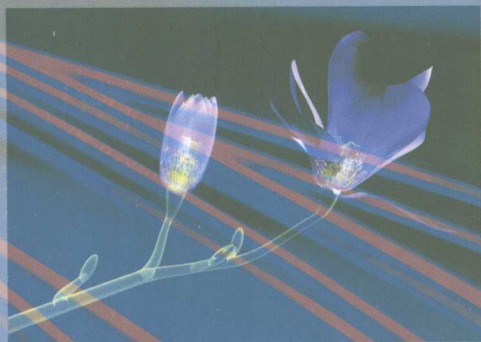


虚拟现实技术

在农业中的应用

王玉洁 李晓华 段延娥 朱晓冬 著



 中国农业出版社

虚拟现实技术在 农业中的应用

王玉洁 李晓华 段延娥 朱晓冬 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

虚拟现实技术在农业中的应用/王玉洁等著. —北京:
中国农业出版社, 2007. 12
ISBN 978-7-109-11983-3

I. 虚… II. 王… III. 虚拟技术—应用—农业—研究—
中国 IV. S129

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 188028 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 许 坚

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8.875

字数: 216 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 17.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书结合社会主义新农村建设，全面系统地介绍了虚拟现实技术在农业中的应用。在介绍了虚拟现实技术的发展、特征以及国内外现状、虚拟现实技术的基础知识、虚拟现实的实现技术等之后，阐述了虚拟现实技术在农业科研、教学、生产、管理、规划、农业资源配置、商品流通等各个领域中的应用，并对虚拟植物、虚拟景观等应用实例作了介绍。

本书适合从事虚拟现实技术、农业信息技术、农村规划与管理、农业工程等相关科技人员阅读，也可作为大专院校相关专业的教师、研究生和高年级本科生的教学参考书。

前 言

虚拟现实技术应用于农业之中，既是虚拟现实技术自身发展的要求，也是建设社会主义新农村、实现中国农业现代化的需要。

传统的信息处理环境一直是“人适应计算机”，而当今的目标或理念是“以人为本”，要逐步使“计算机适应人”，人们要求通过视觉、听觉、触觉、嗅觉，以及形体、手势或口令，参与到信息处理的环境中去，从而取得身临其境的体验。这种信息处理系统已不再是建立在单维的数字化空间上，而是建立在一个多维的信息空间中。虚拟现实技术就是支撑这个多维信息空间的关键技术。虚拟现实是高度发展的计算机技术在各种领域应用过程中的结晶和反映，在虚拟现实系统中集中体现了多个领域的最新成果。虚拟现实技术不仅包括图形学、图像处理、传感技术、模式识别、网络技术、并行处理技术、人工智能等高性能计算技术，而且涉及数学、物理、通信，并且与气象、地理、美学、心理学和社会学等紧密相关。

用户可以用自然方式与虚拟环境进行交互操作，改变了过去人类除了亲身经历，就只能间接了解环境的模式，从而有效地扩展了自己的认知手段和领域。另外，虚拟现实不仅仅是一个演示媒体，而且还是一个设计工具，它以视觉形式产生一个适于人类认知方式的多维信息空间，为

人们创建和体验虚拟世界提供了有力的支持。这种技术的应用，改进了人们利用计算机进行多工程数据处理的方式，尤其用在需要对大量抽象数据进行处理方面；同时，它在许多不同领域的应用，带来了巨大的经济效益。

建设社会主义新农村，就是要改变农村的整体落后面貌，加速农村的物质文明、精神文明、政治文明、生态文明建设。根据城乡不同的功能，按照现代化的要求，实现城市郊区化、农村城市化、农村信息化、农业数字化，并使城乡居民享受同等的国民待遇、同样的现代文明。新农村建设是一个系统工程，“生产发展”是建设新农村与实现数字农业的物质条件，“生活宽裕”是建设新农村及数字农业的具体落实，“乡风文明”是建设新农村的思想基础，“村容整洁”是建设新农村的环境氛围，“管理民主”是建设新农村的体制保障。在这个系统工程中，每一项都需要现代化高新技术的支持。社会主义新农村，新就新在实现农业现代化，新就新在高新技术在农村及农业中的应用，新就新在用高新技术武装农民、整体提高农民素质。新观念、新技术带来农村新变化。

因此，社会主义新农村建设与数字农业紧密相关。新农村建设要以数字农业为动力，应用现代化的高新技术，实现在农业生产过程中对农作物、土壤从宏观到微观的实时监测，以实现对农作物生长发育状况、病虫害、水肥状况以及相应的环境进行定期信息获取，生成动态空间信息系统；对农业生产中的现象、过程进行模拟，达到合理利用农业资源，降低生产成本，改善生态

环境,提高农作物产量和质量,保证农业的可持续发展的目的。

虚拟现实技术是数字农业的重要内容和技術支撐,在社会主义新农村建设中有着重要的地位,并发挥重要的作用。虚拟现实技术正从高高的学术殿堂走向人民生活及生产,掌握这一技术已成为时代发展的需要。

本书是在笔者主持的北京市高等学校教育教学改革立项“面向新农村建设的计算机专业人才培养研究”和北京市教育委员会科技发展计划面上项目“虚拟桃树生长过程模型研究”两项课题研究的基础上撰写的。笔者结合社会主义新农村建设问题,在本书中介绍了虚拟现实技术在农业中的应用,介绍了虚拟现实技术的发展、特征以及国内外现状、虚拟现实技术的基础知识、虚拟现实的软件技术等,结合农村、农业生产等实际,阐述了虚拟现实技术在农业科研、教学、生产、管理、规划、农业资源配置等各个领域中的应用,并对虚拟植物、虚拟景观等应用实例作了介绍。本书的读者对象为与此有关的科技工作者、学生等。

参加本书撰写工作的有:王玉洁、李晓华、段延娥、朱晓冬,全书由王玉洁修改并统稿。第1、2、4、6章由王玉洁撰写;第3章由段延娥撰写;第5章由李晓华撰写;第7章由朱晓冬撰写。李晓华、朱晓冬开发了部分程序。西北农林科技大学的何东健教授在百忙中对本书进行了审阅,并提出诸多建设性意见,在此深表谢意!由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者批评指正。

注：本书研究课题受到北京市高等学校教育教学改革立项“面向新农村建设的计算机专业人才培养研究”及北京市教育委员会科技发展计划面上项目“虚拟桃树生长过程模型研究”(KM200610020009)的资助。

王玉洁

2007.11

目 录

前言

1 虚拟现实技术	1
1.1 虚拟现实技术概念	1
1.1.1 虚拟现实技术的概念与构成	2
1.1.2 虚拟现实技术的基本特性	4
1.1.3 虚拟现实系统的分类	6
1.1.4 虚拟现实的关键技术	7
1.1.5 虚拟现实系统的基本要求	9
1.1.6 虚拟现实技术的研究意义	12
1.2 虚拟现实技术的发展史	13
1.3 国内外虚拟现实技术的研究现状	15
1.3.1 虚拟现实技术在美国的研究开发	15
1.3.2 虚拟现实技术在欧洲的研究开发	18
1.3.3 虚拟现实技术在亚洲的研究开发	20
1.3.4 虚拟现实技术在我国的研究开发	21
1.4 虚拟现实技术的应用	22
1.4.1 军事与航空航天	22
1.4.2 科学可视化	24
1.4.3 教育与培训	25
1.4.4 建筑设计与城市规划	27
1.4.5 娱乐、旅游、文化艺术	30
1.4.6 设计制造业	32
1.4.7 化工医学生物工程	35
1.4.8 现代农业及新农村建设	37
1.5 虚拟现实技术与其他学科技术	39

1.5.1	虚拟现实技术与多媒体技术	39
1.5.2	虚拟现实技术与系统仿真技术	39
1.5.3	虚拟现实技术与图形学	40
2	虚拟现实系统	42
2.1	虚拟现实系统的组成	42
2.1.1	人对环境的感知与交互作用	42
2.1.2	虚拟世界	45
2.1.3	虚拟现实系统的组成	45
2.2	虚拟现实系统的输入设备	49
2.2.1	数据手套	49
2.2.2	触觉反馈	51
2.2.3	数据衣	51
2.2.4	三维扫描仪	52
2.2.5	三维位置跟踪器	52
2.3	虚拟现实系统的输出设备	56
2.3.1	头盔显示器	56
2.3.2	双筒全方位显示器	60
2.3.3	立体眼镜	61
2.3.4	立体投影系统	62
2.4	虚拟世界生成设备	64
2.4.1	虚拟环境产生器	65
2.4.2	虚拟桌面和虚拟幕墙	68
3	虚拟现实的技术基础	72
3.1	人机交互技术	72
3.1.1	人机交互概述	72
3.1.2	人机交互技术的发展	73
3.1.3	和谐人机交互的特点	75

3.1.4 实现人机交互的关键技术	75
3.1.5 实现“沉浸”的关键技术	77
3.1.6 体现“想象”的几个方面	78
3.2 计算机网络技术	79
3.2.1 计算机网络技术概述	79
3.2.2 计算机网络的发展方向	82
3.2.3 计算机网络在农业中的应用	84
3.3 农业模型	85
3.3.1 农业模型概述	85
3.3.2 农业模型的分类	86
3.3.3 农业模型的发展历程	88
3.3.4 农业模型的主要算法理论	89
3.3.5 国内外主要农业模型简介	90
3.4 农业数据库系统	92
3.4.1 数据库系统概述	92
3.4.2 数据库技术的发展趋势	94
3.4.3 典型的农业数据库系统	96
3.5 “3S”技术	98
3.5.1 “3S”技术概述	98
3.5.2 “3S”技术的发展趋势	102
3.5.3 “3S”技术在农业中的应用	103
3.6 农业图像处理技术	105
3.6.1 图像处理技术概述	105
3.6.2 图像处理的基本原理与技术进展	106
3.6.3 图像处理技术在农业中的应用研究	109
4 虚拟现实技术的相关软件	112
4.1 概述	112
4.1.1 虚拟现实技术开发的基本要求	112

4.1.2	几何建模	113
4.1.3	运动建模	114
4.1.4	物理建模	115
4.1.5	对象特征	115
4.1.6	模型分割	115
4.2	3ds Max	117
4.3	Maya	121
4.3.1	Maya 的功能与特点	121
4.3.2	Maya 建模	122
4.3.3	材质与灯光	124
4.4	OpenGL	126
4.4.1	OpenGL 的特点	126
4.4.2	OpenGL 的功能	128
4.4.3	OpenGL 程序的基本结构	130
4.4.4	OpenGL 工作流程	131
4.4.5	Windows 中 OpenGL 库函数及数据类型	133
4.4.6	利用 OpenGL 实现三维绘图	136
4.5	Cult3D	140
4.5.1	Cult3D 开发软件	140
4.5.2	Cult3D 组成部分	142
4.5.3	Cult3D 技术的优点	142
4.5.4	Cult3D 的开发流程	143
4.5.5	用 Cult3D 生成真实感虚拟人脸	144
4.5.6	Cult3D 应用展望	146
4.6	其他软件	147
4.6.1	Flash 技术	147
4.6.2	Viewpoint 技术	148
4.6.3	Lightscape	148
4.6.4	AutoCAD	152

4.6.5	Java3D	153
5	基于 VRML 的虚拟现实技术	155
5.1	VRML 概述	155
5.1.1	VRML 功能与特点	155
5.1.2	VRML 运行环境	156
5.1.3	VRML 语言基本概念	157
5.1.4	VRML 的文件格式	159
5.1.5	VRML 空间坐标系	160
5.2	VRML 三维造型及动画技术	160
5.2.1	使用 Shape 节点创建基本几何造型	161
5.2.2	利用群节点创建复杂虚拟场景	166
5.2.3	改善场景效果	180
5.2.4	基于 VRML 的动态场景和造型设计	183
5.3	综合实例	192
6	虚拟现实技术在农业中的应用	206
6.1	数字农业与虚拟现实技术	206
6.1.1	数字农业	206
6.1.2	社会主义新农村建设与数字农业	208
6.2	虚拟农业及其系统结构	211
6.2.1	虚拟农业	211
6.2.2	虚拟农业系统结构	212
6.2.3	虚拟农业与虚拟现实的区别与联系	214
6.3	虚拟现实技术在农业生产和管理中的 应用	214
6.3.1	农业规划与农业资源配置	214
6.3.2	虚拟现实技术在节水农业中的应用	216
6.3.3	虚拟农业技术在立体农业中的应用	217

6.3.4	虚拟农业技术在都市农业中的应用	217
6.3.5	虚拟农业技术在休闲农业中的应用	218
6.4	虚拟现实技术在农机设计与制造方面的应用	219
6.4.1	虚拟制造技术的产生与发展	219
6.4.2	虚拟制造的概念	221
6.4.3	虚拟制造技术与实际制造的关系	225
6.4.4	虚拟制造技术在农机设计制造中的应用	227
6.4.5	虚拟农业机械设计的实例	230
6.5	虚拟仪器在农业中的应用	233
6.5.1	虚拟仪器技术概述	233
6.5.2	虚拟仪器系统的软件结构	234
6.5.3	虚拟仪器技术在农业中的应用	234
7	虚拟植物建模	239
7.1	虚拟植物建模概述	239
7.1.1	研究背景	239
7.1.2	虚拟植物研究分类	240
7.2	L 系统建模方法	249
7.3	一个虚拟植物实例	253
7.3.1	虚拟植物生长过程模型研究的流程	253
7.3.2	相关参数的设定	254
7.3.3	绘制树干的函数	255
7.3.4	绘制树木的方法	256
7.3.5	模型的效果图	259
	主要参考文献	262

1 虚拟现实技术

人类有许多梦想，一些梦想已经变为现实，而有一些梦想也许永远都不可能实现。然而，有一种技术却能使一切梦想全部实现，这就是虚拟现实技术（Virtual Reality，简称 VR）。

虚拟现实是在计算机图形学、计算机仿真技术、人机接口技术、多媒体技术以及传感技术的基础上发展起来的交叉学科，对该技术的研究始于 20 世纪 60 年代。直到 90 年代初，虚拟现实技术才开始作为一门较完整的体系而受到人们极大的关注。

1.1 虚拟现实技术概念

虚拟现实技术又称虚拟实境或灵境技术。VR 思想的起源可追溯到 1965 年 Ivan Sutherland 在 IFIP 会议上的《终极的显示》报告，而 Virtual Reality 一词是 20 世纪 80 年代初美国 VPL 公司的创建人之一 Jaron Lanier 提出来的。此后，VR 系统成功应用在若干领域，促使它在 20 世纪 90 年代快速兴起。虚拟现实是高度发展的计算机技术在各种领域应用过程中的结晶和反映，在虚拟现实系统中集中体现了多个领域的最新成果。不仅包括图形学、图像处理、传感技术、模式识别、网络技术、并行处理技术、人工智能等高性能计算技术，而且涉及数学、物理、通信，并且与气象、地理、美学、心理学和社会学等相关。

虚拟现实技术的特点就在于计算机能通过图形构成三维空间，或者把其他现实环境编制到计算机中去产生逼真的“虚拟环境”，从而使用户在视觉上产生一种沉浸于虚拟环境的感受。这

些环境可以是真实的，也可以是想象世界的模型，其目的是通过人工合成的经历来表示信息。有了虚拟现实技术，过去一些难以解释难以理解的复杂或抽象系统的概念，可以通过将系统的各子部件，以某种方式表示成具有确切含义的符号，使其形象化，易于被人们理解接受。从本质上讲，虚拟现实技术是对现实世界的再现和梦境的实现；从技术角度讲，它是软件、硬件领域的前沿技术的综合应用和面向对象的综合技术开发。

用户可以用自然方式与虚拟环境进行交互操作，改变了过去人类除了亲身经历，就只能间接了解环境的模式，从而有效地扩展了自己的认知手段和领域。另外，虚拟现实不仅仅是一个演示媒体，而且还是一个设计工具，它以视觉形式产生一个适于人类认知方式的多维信息空间，为人们创建和体验虚拟世界提供了有力的支持。这种技术的应用，改进了人们利用计算机进行多工程数据处理的方式，尤其用在需要对大量抽象数据进行处理方面；同时，它在许多不同领域的应用，带来了巨大的经济效益。

虚拟现实技术的发展尚处于起步阶段。它的发展，对于推动科学技术的进步以及人类文明的发展将产生深远的影响。它在力学、医学、通讯、教育、军事、航空航天和工、农业生产等领域都将产生至关重要的作用。

虚拟现实技术是一种高端人机接口，包括视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等多种感觉通道的实时模拟和实时交互。

1.1.1 虚拟现实技术的概念与构成

对虚拟现实目前还没有一个固定的定义。Webster's New Universal Unabridged Dictionary (1998) 对 Virtual (虚拟) 的定义是“being in essence or effect, but not in fact.”（在本质上或效果上存在，但在事实上却不存在）。

虚拟现实技术的定义可以归纳如下：虚拟现实技术是指利用计算机生成的一种模拟环境，并通过多种专用设备使用户“投

人”到该环境中，实现用户与该环境直接进行自然交互的技术；VR 技术可以让用户使用人的自然技能对虚拟世界中的物体进行考察或操作，同时提供视、听、触摸等多种直观而又自然的实时感知。可见，虚拟现实的概念包括了人、机、环境等三个部分：

(1) “环境” 就是由计算机生成的一个能给人提供视觉、听觉、触觉、嗅觉以及味觉等感官刺激的逼真世界，可以是某一特定现实世界的真实实现，也可以是虚拟构想的世界。

(2) “机” 是指计算机系统与三维交互设备，常用的有立体头盔、数据手套、三维鼠标、数据衣等穿戴于用户身上的装置，此外还有设置于现实环境中的传感装置，如摄像机、各种传感器等。

(3) “人” 是指参与者的头部转动、眼睛、手势或其他人体行为动作，由计算机来处理与参与者的动作相适应的数据，对用户的手势、口头命令等输入做出实时响应，并分别反馈给用户，使用户有身临其境的感觉，成为该模拟环境中的参与者，还可以和在该环境中的其他参与者打交道。

一个典型的虚拟现实系统主要由 6 大部分组成：虚拟现实计算机生成及处理系统、应用软件系统、与虚拟现实技术相关的理论技术、输入输出人机接口装置、用户和数据库等。VR 系统的体系结构如图 1-1 所示。

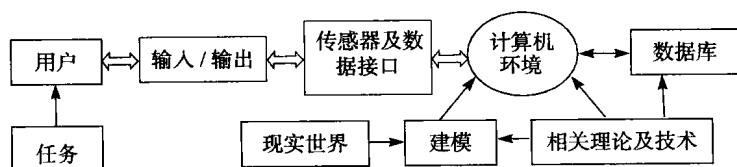


图 1-1 VR 系统的体系结构

在虚拟现实系统中，计算机负责生成虚拟世界和实现人机交互。由于虚拟世界本身具有高度的复杂性，使得生成虚拟世界所需的计算量极为巨大，因此对虚拟现实系统中计算机的配置提出