

人工智能的兴起，或许是当下这个时代
最值得关注的技术进步，
这其中既可能意味着
激动人心的乐观未来，
同时也可能打开令人悲观的新世界大门。

虚拟现实与 人工智能技术的 综合应用

潘晓霞 著

虚拟现实与人工智能的结合，
在当下形成的问题
还能够以传统的框架加以解决，
但技术发展形成的前景，
则可能具有颠覆性意义。



中国原子能出版社
China Atomic Energy Press

虚拟现实与 人工智能技术的综合应用

潘晓霞 著



中国原子能出版社
China Atomic Energy Press

图书在版编目 (C I P) 数据

虚拟现实与人工智能技术的综合应用 / 潘晓霞著

— 北京 : 中国原子能出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-5022-9628-5

I. ①虚… II. ①潘… III. ①虚拟现实—研究②人工智能—研究 IV. ① TP391.98 ② TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 292265 号

内容简介

随着网络科技的不断发展,人们的生活娱乐需求日益增长,虚拟现实技术应运而生。作为一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统,虚拟现实技术可以利用计算机生成一种模拟环境,而人工智能是计算机科学的一个重要分支,是通过研制智能机器或智能系统来模仿、延伸和扩展人的智能,从而实现类似于人的智能行为。《虚拟现实与人工智能技术的综合应用》根据虚拟现实与人工智能的起源发展,结合计算机技术原理与算法,勾画出新时代虚拟现实与人工智能的现状,通过对相关实例的分析,深入浅出地阐明了虚拟现实及人工智能的表现及应用。本书有助于广大读者更好地理解虚拟现实与人工智能,理解网络科技今后发展的大脉络。

虚拟现实与人工智能技术的综合应用

出版发行	中国原子能出版社 (北京市海淀区阜成路 43 号 100048)
责任编辑	王丹 高树超
装帧设计	河北优盛文化传播有限公司
责任校对	冯莲凤
责任印制	潘玉玲
印刷	定州启航印刷有限公司
开本	710 mm×1000 mm 1/16
印张	12
字数	223 千字
版次	2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷
书号	ISBN 978-7-5022-9628-5
定价	59.00 元

发行电话: 010-68452845

版权所有 侵权必究

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

前 言

人工智能是当下这个时代最值得关注的技术进步，这既可能意味着激动人心的美好未来，也可能是打开令人悲观的新世界大门的钥匙。人工智能技术运用越广泛，与其他技术之间的联系就越全面、充分，对人类社会的改变也就越大。当人工智能与虚拟现实相遇时，其可能塑造的社会形态对未来提出了强有力的挑战。剔除对于人工智能的科幻想象，对具体解决问题的弱人工智能进行观察，可以发现，人工智能并没有多么高深莫测，现今仍然以传统意义中的工具形式出现，未来的确定性和现在没有太多区别。但是，人类发展的历史也一再向我们展示，人类对于未来确定性的想象很容易落空，技术的每一次进步，都有可能掀起“蝴蝶效应”的狂风巨浪。

本书以虚拟现实和人工智能技术两方面为主线，阐述虚拟现实技术、虚拟现实中的计算技术、人工智能技术基础理论，深入研究虚拟现实中的交互技术、人工智能中的自动推理技术、人工智能中的机器学习技术及人工智能中神经网络系统设计，结合案例分析虚拟现实与人工智能技术的具体应用。

当下，虚拟现实与人工智能结合形成的问题还能够以传统的框架加以解决，但技术发展形成的前景则可能具有颠覆性的意义。当然，虚拟现实可能引出的问题绝不仅停留于技术层面上，虚拟世界的成长也不会是一个封闭状态，而是会反作用于现实世界，从而形成更进一步的挑战。这是一个留待考察的主题。对于未来的理解总是充满着变数，挑战不容回避。

由于水平有限，经验不足，本书存在不足之处，敬请各位读者予以指正。

潘晓霞

2019年4月

目录

第一章	虚拟现实技术	/	001
第一节	虚拟现实技术的概念	/	001
第二节	虚拟现实技术的特征	/	004
第三节	虚拟现实与知觉系统之间的关系	/	009
第四节	“虚拟”如何真正理解“现实”	/	011
第五节	虚拟现实的起源与发展	/	013
第六节	虚拟现实的形态分类	/	020
第七节	虚拟现实与增强现实	/	023
第八节	混合现实与未知变量扩展现实	/	027
第二章	虚拟现实中的计算技术研究	/	029
第一节	GPU 并行计算技术	/	029
第二节	基于 PC 集群的并行渲染	/	031
第三章	虚拟现实中的交互技术研究	/	040
第一节	3D 显示技术	/	040
第二节	多感知自然交互技术	/	045
第三节	3D 建模	/	052
第四节	3D 全息投影	/	057
第五节	脑机接口	/	059
第四章	人工智能技术	/	062
第一节	人工智能的概念	/	062
第二节	人工智能的起源与发展	/	065
第三节	人工智能研究的主要内容	/	070
第四节	人工智能的研究方法	/	073

第五章	人工智能中的自动推理技术研究	/ 076
第一节	引言	/ 076
第二节	三段论推理	/ 078
第三节	盲目搜索	/ 079
第四节	回溯策略	/ 087
第五节	归结演绎推理	/ 088
第六章	人工智能中的机器学习技术研究	/ 092
第一节	引言	/ 092
第二节	归纳学习	/ 097
第三节	类比学习	/ 106
第四节	统计学习	/ 112
第五节	强化学习	/ 121
第六节	进化计算	/ 126
第七节	群体智能	/ 130
第七章	人工智能中神经网络系统设计与实现研究	/ 137
第一节	人工神经网络概述	/ 137
第二节	神经网络系统总体设计	/ 139
第三节	人工智能之 GAN 算法	/ 146
第四节	人工神经网络的开发环境及软硬件实现	/ 149
第八章	虚拟现实与人工智能技术的综合应用	/ 151
第一节	虚拟现实的未来	/ 151
第二节	基于虚拟现实平台的人工智能未来发展	/ 159
第三节	人机融合：连接未来	/ 162
第四节	虚拟现实与人工智能技术融合案例分析	/ 169
	参考文献	/ 185

第一章 虚拟现实技术

第一节 虚拟现实技术的概念

《庄子·齐物论》中记载了“庄周梦蝶”的故事：庄周梦见自己变成了，一只很生动逼真的蝴蝶，感到舒适惬意。突然间醒过来，惊慌不定之间方知原来自己是庄周。不知是庄周梦中变成了蝴蝶，还是蝴蝶梦见自己变成了庄周。“庄周梦蝶”是庄子借由故事提出的一个哲学论点，其探讨的哲学课题是作为认识主体的人究竟能不能确切地区分真实和虚幻。随着科学技术的发展，这种“虚”与“实”的辩证关系得到了进一步的诠释。虚拟现实（Virtual Reality,VR）是利用计算机模拟产生一个三维空间的虚拟世界，为使用者提供关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟，使用者可以直接观察、操作、触摸、检测周围环境及事物的内在变化，并与之发生“交互”作用。这样，人和计算机可以很好地“融为一体”，给人一种“身临其境”的感觉，可以实时、没有限制地观察三维空间内的事物。

虚拟现实是一项综合集成技术，涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能、计算机仿真、立体显示、计算机网络、并行处理与高性能计算等技术和领域。它用计算机生成逼真的三维视觉、听觉、触觉等感觉，使人作为参与者通过适当的装置，自然地体验虚拟世界并于虚拟世界发生交互作用。使用者移动位置时，计算机可以立即进行复杂的运算，将精确的3D世界影像传回，产生临场感。中华人民共和国国务院2006年2月9日发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中提到大力发展虚拟现实这一前沿技术，重点研究心理学、控制学、计算机图形学、数据库设计、实时分布系统、电子学和多媒体技术等多学科融合的技术，研究医学、娱乐、艺术与教育、军事及工业制造管理等多个相关领域的虚拟现实技术和系统。2009年2月，美国国家工程院评出

21 世纪 14 项重大科学技术，虚拟现实技术便是其中之一。

概括地说，虚拟现实是人们通过计算机对复杂数据进行可视化操作与交互的一种全新方式，与传统的人机界面及流行的视窗操作相比，虚拟现实在技术思想上有了质飞跃。虚拟现实中的“现实”泛指在物理意义上或功能意义上存在于世界上的任何事物或环境，可以是实际上可实现的，也可以是实际上难以实现的或根本无法实现的；“虚拟”是指用计算机生成的意思。因此，虚拟现实是指用计算机生成的一种特殊环境，人可以通过使用各种特殊装置将自己“投射”到这个环境中，并可以操作、控制环境，以实现特殊的目的，即人是这种环境的主宰。虚拟现实在军事、医学、设计、考古、艺术及娱乐等诸多领域得到越来越多的应用，并带来了巨大的经济效益。在某种意义上，它将改变人们的思维方式，甚至会改变人们对世界、自己、空间和时间的看法。它是一项发展中的、具有多个潜在应用方向的新技术，正成为继理论研究和实验研究之后的第三种认识、改造客观世界的重要手段。通过虚拟环境所保证的真实性，用户可以根据在虚拟环境中的体验对所关注的客观世界中发生的事件作出判断和决策。虚拟现实开辟了人类科研实践、生产实践和社会生活的崭新图式。

虚拟现实概念和研究目标的形成与相关科学技术，特别是计算机科学技术的发展密切相关。计算机的出现给人类社会带来了极大的冲击，其影响力远远超出了技术的范畴。计算机的出现和发展在大多数领域得到了广泛应用，可以说，计算机已经成为现代科学技术的支柱。对目前已取得的信息技术成就进行分析时，既要充分肯定历史上各种计算机所发挥的重要作用，又要客观地认识到现有计算机应用的局限性和不足之处。目前，使用冯·诺依曼结构的计算机，人们必须把大脑中属于并发的、联想的、形象的和模糊的思维强行翻译成计算机所能接受的串行的、刻板的、明确的和严格遵守形式逻辑规则的机器指令，这种翻译过程不仅十分烦琐和机械，而且技巧性很强。机器所能接受和处理的仅仅是数字化的信息，未受过专业化训练的一般用户很难直接使用这种计算机。因此，在真正向计算机提出需求的用户和计算机系统之间存在着一条鸿沟，被求解的问题越综合、越形象、越直觉、越模糊，用户和计算机之间的鸿沟就会越宽。人们从主观愿望出发，十分迫切地想与计算机建立和谐的人机环境，使认识客观问题时的认识空间与计算机处理问题时的处理空间尽可能一致。改变计算机只善于处理数字化的单维信息现状，使其也善于处理人所能感受到的、在思维过程中所接触到的、除了数字化信息之外的其他各种表现形式的多维信息。

计算机科学工作者针对计算机系统有永恒的三大追求目标——更快速、更聪明和更适人。硬件技术仍将飞速发展，但已不是单纯地提高处理速度，而是在提

高处理速度的同时，提高人与信息社会的接口能力。正如美国数学家、图灵奖得主 Richard Hamming 所言，计算的目的是洞察，而不是数据。人们需要以更直观的方式观察计算结果、操纵计算结果，而不仅仅是打印输出或用屏幕窗口显示计算结果的数据。传统上，人们通过键盘、鼠标、打印机等设备向计算机输入指令，并从计算机获得计算结果。为了使用计算机，人们不得不首先熟悉这些交互设备，然后将自己的意图通过这些设备间接地传给计算机，最后以文字、图表、曲线等形式得到处理结果。这种以计算机为中心、让用户适应计算机的传统交互方式严重阻碍了计算机的应用。随着计算机技术的发展，交互设备不断更新，用户必须重新熟悉新的交互设备。实际上，人们更习惯于日常生活中的人与人、人与环境之间的交互方式，其特点是形象、直观、自然。人通过多种感官接收信息，如可见、可听、可说、可摸、可拿等，这种交互方式是人所共有的，对时间、地点是相对不变的。为了建立方便、自然的人机交互环境，就必须适应人类的习惯，通过人们所熟悉和容易接受的形象，实现直观和自然的交互方式。人们不仅要求能通过打印输出或显示屏幕上的窗口从外部观察处理的结果，而且要求能通过人的视觉、听觉、触觉、嗅觉及形体、手势或口令，参与信息处理的环境中，从而获得身临其境的体验。这种信息处理系统已不再建立在单维的数字化信息空间上，而是建立在多维的信息空间中，建立在定性和定量相结合、感性认识和理性认识相结合的综合集成环境中。Myron Krueg 研究“人工现实”的初衷就是“计算机应该适应人，而不是人适应计算机”，他认为人类与计算机相比，人类的进化慢得多，人机接口的改进应该基于相对不变的人类特性。

目前，CPU 的处理能力已不是制约计算机应用和发展的障碍，最关键的制约因素是人机交互技术（Human-Computer Interaction）。人机交互是研究人（用户、使用者）、计算机及它们之间相互影响的技术；人机界面（User Interface）是人机交互赖以实现的软硬件资源，是人与计算机之间传递、交换信息的媒介和对话接口。人机交互技术是和计算机的发展相辅相成的，一方面，计算机运行速度的提高使人机交互技术的实现变为可能；另一方面，人机交互对计算机的发展起着引领作用。正是人机交互技术造就了辉煌的个人计算机时代（20 世纪 80 至 90 年代），鼠标、图形界面对 PC 的发展起到了巨大的促进作用。人机界面是计算机系统的重要组成部分，它的开发工作量占系统的 40% ~ 60%。在虚拟现实技术中，人机交互不再仅借助键盘、鼠标、菜单，还采用头盔、数据手套和数据衣等，甚至向“无障碍”的方向发展，最终的计算机应该对人体有感觉，能聆听人的声音，通过人的所有感官传递反应。虚拟现实技术采用人与人之间进行交流的方式实现人与机器之间的交互，而不是使人适应计算机及其设备，从根本上改变了人与计

计算机系统的交互操作方式。

20世纪80年代以来,随着计算机技术、网络技术等技术的高速发展及应用,虚拟现实技术发展迅速,并呈现多样化的发展势态,其内涵已经大大扩展。现在,虚拟现实技术不仅指那些高档工作站、头盔式显示器(HMD)等一系列昂贵设备采用的技术,而且包括一切与其有关的具有自然交互、逼真体验的技术与方法。虚拟现实技术的目的在于实现真实体验和面向自然的交互,只要是能达到上述部分目标的系统,就可以称为“虚拟现实系统”。

第二节 虚拟现实技术的特征

虚拟现实是人们通过计算机对复杂数据进行可视化操作及实时交互的环境。与传统计算机的人机界面(键盘、鼠标、图形用户界面及流行的Windows等)相比,虚拟现实无论是在技术上还是在思想上都有质的飞跃。传统的人机界面将用户和计算机视为两个独立的实体,将界面视为信息交换的媒介,由用户把要求或指令输入计算机,计算机对信息或受控对象作出动作反馈。虚拟现实则将用户和计算机视为一个整体,通过各种直观的工具将信息进行可视化,形成逼真的环境,用户直接置身于这种三维信息空间中自由地使用各种信息,并由此控制计算机。1993年,Burdea和Philippe Coiffet在Electro93国际会议上发表的*Virtual Reality System and Application*(虚拟现实系统与应用)一文中,提出了虚拟现实技术的三个特征:沉浸性(immersion)、交互性(interactivity)、想象性(imagination),如图1-1所示。

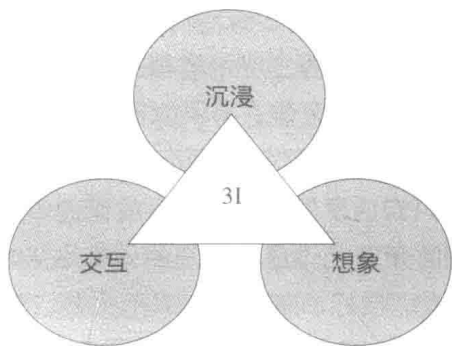


图 1-1 虚拟现实的 3I 特征

一、沉浸性

沉浸性又称临场感，指用户感到作为主角存在于模拟环境中的真实程度。虚拟现实技术根据人类的视觉、听觉的生理和心理特点，由计算机产生逼真的三维立体图像，使用者在戴上头盔显示器和数据手套等设备后，便置身于虚拟环境中，并可与虚拟环境中的各种对象相互作用，就如同沉浸于现实世界中一般。理想的模拟环境使用户难以分辨真假，使用户全身心地投入计算机创建的三维虚拟环境中。该环境中的一切看上去都是真的，听上去也都是真的，动起来是真的，甚至闻起来、尝起来等一切感觉都是真的。

二、交互性

交互性是指用户对模拟环境内物体的可操作程度和从环境得到反馈的自然程度（包括实时性）、虚拟场景中对象依据物理学定律运动的程度等，它是人机和和谐的关键性因素。用户进入虚拟环境后，通过多种传感器与多维化信息环境发生交互作用，用户可以进行必要的操作，虚拟环境作出相应响应，与真实环境相差无几。例如，用户可以用手直接抓取模拟环境中的虚拟物体，这时手里有握着东西的感觉，并可以感觉物体的重量；视野中被抓的物体也能立刻随着手的移动而移动。

人机交互是指用户与计算机系统之间的通信，它是人与计算机之间各种符号和动作的双向信息交换。这里的“交互”定义为一种通信，即信息交换，它是一种双向的信息交换，可以由人向计算机输入信息，也可以由计算机向使用者反馈信息。这种信息交换可以通过各种方式实现，如键盘上的击键、鼠标的移动、现实屏幕上的符号或图形等，或用声音、姿势、动作等。人机界面（也称用户界面）是指人类用户与计算机系统之间的通信媒体或手段，它是人机双向信息交换的支持软件和硬件，如带有鼠标的图形显示终端。人机交互是通过一定的人机界面来实现的，在界面开发中，人机交互和人机界面有时作为同义词使用。美国布朗大学教授 Andries Van Dam 认为，人机交互的历史可以分为四个阶段（图 1-2）：第一个阶段从 1950 年至 1960 年，计算机以批处理方式执行，主要的操作设备是打孔机和读卡机；第二个阶段从 1960 年至 20 世纪 80 年代早期，计算机以分时方式执行，主要界面是命令行界面；第三个阶段从 20 世纪 70 年代早期直到现在，主要界面是图形用户界面，以鼠标操作那些使用桌面隐喻的界面，界面元素有窗口、菜单、图标等；第四个阶段除图形用户界面之外，还有姿势识别、语音识别等先进交互技术，即所谓的 Post-WIMP 界面。虚拟现实的交互性主要体现在对 Post-

WIMP 界面的进一步发展上,是一种以人为中心,自然、和谐、高效的人机交互技术。



图 1-2 用户界面的发展

（一）批处理方式

在计算机发展的初期,人们通过批处理的方式使用计算机,这一阶段的用户界面是通过打孔纸带与计算机进行交互。输入设备是穿孔卡片,输出设备是行式打印机,对计算机的操作和调试是通过计算机控制面板上的开关、按键和指示灯来进行的。当时人机界面的主要特点是由设计者本人(或部门同事)使用计算机,采用手工操作和依赖二进制机器代码的交互方式,这是用户界面的雏形。

（二）命令行方式

20世纪50年代中期,通用程序设计语言的出现为计算机的广泛应用提供了极为重要的工具,也改善了人与计算机的交互方式。这些语言逐渐引入了不同层次的自然语言特性,人们可以较为容易地记忆这些语言。在人机界面上出现了用于多任务批处理的作业控制语言(JCL)。1963年,麻省理工学院成功研发了第一个分时系统CTSS,采用多个终端和正文编辑程序,它比以往的卡片或纸带输入更加方便且易于修改。在出现交互显示终端后,广泛采用了“命令行”(Command Line Interface, CLI)作业语言,极大地方便了程序员。这一阶段的人机界面特点是计算机的主要使用者——程序员可以采用正文和命令的方式和计算机打交道,虽然要记忆许多命令和熟练地敲键盘,但已经可以用较多的手段来调试程序,并且了解计算机执行的情况。命令行界面概念模型如图1-3所示。

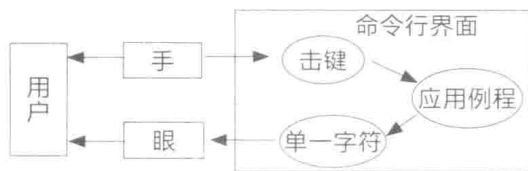


图 1-3 命令行界面概念模型

(三) 图形用户界面

由于超大规模集成电路的发展、高分辨率显示器和鼠标的出现，人机界面进入了图形用户界面（Graphical User Interface, GUI）的时代。20 世纪 70 年代，Xerox 公司和 PARC 研究机构研究出第三代用户界面的雏形，即在装备有图形显示器和鼠标的工作站上采用 WIMP（Window, Icon, Menu, Pointing Device）式界面，通过“鼠标加键盘”的方式实现人机对话。WIMP 界面概念模型如图 1-4 所示。这种 WIMP 式界面及“鼠标加键盘”的交互方式使交互效率和舒适性有了很大提高，随后苹果公司的 Macintosh 操作系统、微软公司的 Windows 系统和 Unix 中的 Motif 窗口系统也纷纷效仿。于图形用户界面使用简单，不懂计算机程序的普通用户也可以熟练使用计算机，因而极大地开拓了计算机的使用人群。

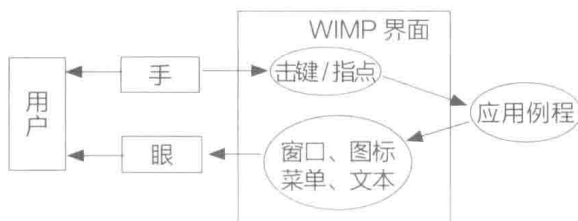


图 1-4 WIMP 界面概念模型

图形用户界面的主要特点是桌面隐喻、WIMP 技术、直接操纵和所见即所得。

桌面隐喻：界面隐喻是指以现实世界中已经存在的事物为蓝本，对界面组织和交互方式的比拟。将人们对这些事物的知识运用到人机界面中来，从而减少用户必需的认知努力。界面隐喻是指导用户界面设计和实现的基本思想。桌面隐喻采用办公的桌面作为蓝本，把图标放置在屏幕上，用户不用键入命令，只需用鼠标选择图标就能调出一个菜单，用户可以选择想要的选项。

WIMP 技术：WIMP 界面可以看作命令行界面后的第二代人机界面，是基于图形方式的。WIMP 界面提高了视觉搜索效率，通过菜单、小装饰等提供更丰富的表现形式。

直接操纵：直接操纵用户界面是 Schneiderman 在 1983 年提出来的，特点是对象可视化、语法极小化和快速语义反馈。在直接操纵形式下，用户是动作的指挥者，处于控制地位，在人机交互过程中获得完全掌握和控制权。同时，系统对于用户操作的响应也是可预见的。

所见即所得：也称为可视化操作，人们可以在屏幕上直接正确地得到即将打印到纸张上的效果。所见即所得向用户提供了无差异的屏幕显示和打印结果。

现有的 WIMP 界面完全依赖于控制鼠标和键盘的操作，手的交互负担很大，身体的其他部位无法有效参与到交互中来，而且交互过程仍然限制在二维平面，与真实世界的三维交互无法完全对应。随着计算机技术的发展，人们对人机交互的方式不断提出了更高的要求，希望以更自然舒适、更符合人自身习惯的方式与计算机进行交互，希望不再局限于桌面的计算环境。Andries Van Dam 于 1997 年提出了 Post-WIMP 的用户界面，指出 Post-WIMP 界面是至少包含了一项不基于传统的 2D 交互组件的交互技术的界面。基于以用户为中心的界面设计思想，力求为人们提供更为自然的人机交互方式，利用人的多种感觉通道和动作通道，如语音、手写、表情、姿势、视线、笔等输入，以并行、非精确的方式与计算机系统进行交互，可以提高人机交互的自然性和高效性，这种 Post-WIMP 界面更适合人与虚拟环境的交互。目前，语音和手写输入在实用化方面已经有了很大进展，随着模式识别、全息图像、自然语言理解和新的传感技术的发展，人机界面技术将进一步朝着计算机主动感受、理解人的意图方向发展。以三维、沉浸感的逼真输出为标志的虚拟现实系统是多通道界面的重要应用目标。

三、想象性

想象性强调虚拟现实技术具有广阔的可想象空间，可拓宽人类认知范围，不仅可以再现真实存在的环境，也可随意构想客观不存在的甚至是不可能发生的环境。用户沉浸在“真实的”虚拟环境中，与虚拟环境进行各种交互作用，从定性和定综合集成的环境中得到感性和理性的认识，从而深化概念，萌发新意，产生认识上的飞跃。因此，虚拟现实不仅是用户与终端的接口，而且可以使用户沉浸于此环境中获取新的知识，提高感性和理性认识，从而产生新的构思。把这种构思结果输入系统中，系统会将处理后的状态实时显示或由传感装置反馈给用户。如此反复，这是一个学习—创造—再学习—再创造的过程，因而虚拟现实是启发人的创造性思维的活动。

由于沉浸性、交互性和构想性英文单词的第一个字母均为 I，所以，这三个特性又通常被称为 3I 特性。虚拟现实的三个特性生动地说明了虚拟现实对现实世界

不仅是在三维空间和一维时间的仿真，而且是对自然交互方式的虚拟。具有 3I 特性的完整虚拟现实系统让人不仅达到身体上完全的沉浸，而且在精神上也完全地投入其中。

第三节 虚拟现实与知觉系统之间的关系

一、空间知觉

空间知觉指对物体的距离、形状、大小、方位等空间特性的知觉。利用双眼的视差，使视网膜上呈现略有差异的映象，这是观察物体空间关系的重要线索。大小知觉是在深度知觉的基础上对不同远近的物体作出的大小判断。空间知觉在距离方面主要以声音强度为线索，要判定声源的方位则必须依据双耳听觉线索。赛车游戏就是模拟现实的场景，在虚拟现实空间里，游戏者拥有现实生活中的感知觉，掌握着前面的方向。至于能不能顺利通过一个个关卡，就是技术知觉判断的问题了。

生活中有很多虚拟现实的场景，通过再现使人们体会其中滋味。再现一个场景有很多办法，会用到语言、画画、照相、录像、3D 制图法等，虚拟现实可以提供一个更自然的平台在现实生活中建立空间知觉。虚拟现实大多用到控制，现实中凡是控制好的都不是真的，凡是真的都不是控制好的，如何超越这点，需要投入更多的研究和技术。所以，表述的东西与人类的东西越来越接近是人类的目标之一。

虚拟现实的呈现有两大途径：视觉场景呈现和屏幕投影。这跟计算机的工作原理很相像，虚拟现实的实现有赖于计算机的模拟功能。模拟空间社会模式，可以有效处理现实生活场景中无法预料之事或者克服不良情绪。以演讲为例，演讲者可以反复在脑中某个特定的空间想象演讲时的各种场面，并施与控制策略克服演讲焦虑。

每个人的空间知觉或强或弱，但进行一定的知觉训练是有好处的。比如，过马路，什么时候能过去、在众多车辆中如何安然过去、如何判断车子与人之间的安全距离，每个人都会进行心算（不用刻意，在潜意识已经进行计算）。那么，是不是有什么特别有效的方式能够避免人车相撞或者车车相碰呢？经过设计实验，有些科学家已经验证了空间知觉在模拟“相撞”事件中的重要作用，并得出人在判断安全情况时可能用到时间、速度公式，但最好的方法应该是激发大脑内时间

判断公式，即判断何时会相碰，从而避免危险事件的发生。当然，这个时间公式需要学习和实践才能形成并在生活中自然应用。

二、运动知觉

运动知觉指对物体运动特性的感知，估计物体运动的速度，如交通航行、体育运动及军事射击等。在外界环境中，观察主体的运动状态称为自身运动。光流信息由视觉系统分析得出运动知觉和自身运动的线索，光流信息的输入是自身运动方向判断的主要依据，进而产生与之对应的反应。这个过程是人类和动物为了适应外界环境而产生的结果，对个体的生活与生存具有极为重要的意义。目前，实验中的视觉刺激多数采用佩戴 3D 眼镜的方式，实验者不能完全融入实验环境中，在解决这个问题时传统方法都遇到了瓶颈。为了解决上述刺激不真实的问题，应用较为先进的虚拟现实技术的实验体系应运而生。

虚拟现实技术与普通的 3D 技术相比有其自身的特点，如沉浸性、交互性和想象性等。观察者在佩戴 3D 眼镜进行研究实验时，无法完全融入实验场景中，容易受到外界环境的影响，对视觉刺激感知不是十分明显，因此这种实验具有对自我运动认知不够全面的局限性。与佩戴 3D 眼镜相比，利用虚拟现实技术搭建视觉刺激环境，并佩戴虚拟现实头戴式显示器更适合对自我认知的研究。佩戴虚拟现实头戴式显示器的观察者具有身临其境的感觉，完全沉浸在虚拟现实环境中，只关注于视觉刺激，从而避免受到外界信息的干扰。观察者在不同条件下受到相同的刺激会产生不同程度的自身运动。

三、时间知觉

时间知觉指对时间的客观延续性和顺序性的感知。对于时间的知觉，既来自外部，也来自内部。外部评定可以通过计时工具，或者季节环境的周期性变化来进行，如太阳东升西落；内部评定通过机体内部的一些有节奏的生理过程和心理活动来进行，如生物钟等。视觉环境对人们利用运动过程中的时空信息的策略具有调控作用。当环境中视觉线索丰富的时候，人们可以直接知觉空间距离；当环境中视觉线索不充分的时候，人们会通过时间知觉来感知空间距离。

目前，我们拥有的大多数虚拟现实体验短得可以用分钟计算，如一个小短片或者一个技术展示。Oculus 公司创始人 Palmer Luckey 表示，这是因为我们在虚拟现实世界里感觉不到时间的流逝。

我们依赖周围环境来获得知觉线索，当身处一个完全不同的虚拟现实世界时，这个世界是没有这种线索的，推算时间就会变得很难。在现实生活中，因为这种

知觉线索，人们预料时间通常比较接近现实。

第四节 “虚拟”如何真正理解“现实”

谈及“虚拟现实”这一概念，人们可能充满疑惑和不解。“虚拟”与“现实”，两个截然相反的词语如何能够结合在一起呢？为什么不能用“虚拟世界”替代“虚拟现实”呢？如果说“虚拟现实”具有更为深层的含义或意蕴，那么，它到底是什么？最重要的是，“虚拟”如何能够达到“现实”或虚拟现实是如何揭示现实以及真实性的呢？

虚拟现实技术中最为经典的例子是“虚拟坑”（Virtual Pit）实验。在实验中，被测试者需要穿戴虚拟设备，他们会发现自己正身处一个“真实的”房间之中。一块地板突然像电梯一样快速下落，房间里出现了一个深坑，接着，一块长木板出现并横跨在深坑的两端。当要求被测试者从这块木板上走过之时，我们发现被测试者恐惧的情绪是如此强烈。在虚拟坑的实验中，虚拟现实技术所构建的场景是不真实的、虚拟的，但为何我们的体验如此真实呢？物理存在意义上的“不真实”是否必然意味着体验上的“不真实”呢？

讨论虚拟现实所面临的最大问题，就是如何理解“真实”这一概念。按照一般的理解，“真实”往往被狭隘地等同于可以被我们所感知或可以被证明具有实存性的东西，这种观点本质上建立在感知优先的基础上。因此，我们会把自然或物理的世界看作真实的，而把梦、艺术、电影与网络游戏看作虚幻的。这种看法在很大程度上掩盖了对“什么构成真实”等问题的讨论。事实上，从科学角度来看，真实更多地来自人们意识的建构而非单纯的感知。相对于外界存在的诸多事物来说，我们能够看到、听到、触摸到、闻到及尝到的东西是非常有限的。真实并不仅仅是我们所感知的东西，也没必要将真实等同于感知到的东西。

在讨论虚拟现实的真实性问题上，我们需要悬置这样一个假定，即任何被看作真实的东西必须满足某种从外部强加的标准，如可感知性或可测量性等。我们与真实之间的关系并非被动的，真实并不是等着我们去体验。真实实际上是我们大脑的产物，是由一个持续的感知流所构成并持续变化的程序，虚拟现实其实只是对这些认知方式的一种操纵。用对待自然的物理世界的看法看待虚拟现实，是将我们对现实物理世界的认知框架强加于虚拟现实，在很大程度上是将虚拟现实看作对现实世界的呈现。实则不然，虚拟现实中的事物并非对现实世界的某种复制或显现，而是自成一体的。如果虚拟世界具有某种相对稳定的结构，则自然世