

493-500

虚拟现实研究概况

赵沁平 怀进鹏 李波 沈旭昆
(北京航空航天大学计算机系 北京 100083)

TP391.9

摘要 本文概述了北美、欧洲和东亚地区的虚拟现实研究现状。除关键技术和重要系统之外,还介绍了一些主要的研究开发机构。

关键词 虚拟现实, 虚拟环境。

知识库

计算机模拟

A SURVEY OF ACTIVITIES IN VIRTUAL REALITY

Zhao Qinqing, Huai Jinpeng, Li Bo, and Shen Xukun

Department of Computer Science,

Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083

Abstract The activities of North America, Europe and Eastern Asia in virtual reality are reviewed in this paper. In addition to the major technologies and main systems, some important research and development organizations for virtual reality are also introduced.

Keywords Virtual reality, virtual environment.

1 前言

计算机应用领域和应用目标几次质的飞跃都是伴随着计算机系统性能的大幅度提高和社会生产力的巨大需求而发生的。90年代以来逐渐兴起的虚拟现实技术再次显示了这种新飞跃的趋势。

所谓虚拟现实(Virtual Reality, VR)就是采用以计算机技术为核心的现代高技术生成逼真的视、听、触觉一体化的特定范围的虚拟环境(Virtual Environment, VE),用户借助必要的装备(如特制的服装、头盔、手套和鞋)以自然方式与虚拟环境中的客体进行交互作用、相互影响,从而产生亲临等同真实环境的感受和体验。

虚拟现实是现代科学技术,特别是计算机技术高度发展在应用领域中新的结晶和反映,与其它系统相比,它具有如下特点:

(1) 依托学科的高度综合化。虚拟现实不仅涉及计算机、人工智能、电子与通信、数学、力学、声学、光学、机械学和生理学等自然科学和技术科学,而且与美学、心理学和社会学等密切相关。

文稿收到日期:1996-01-14。赵沁平,1948年生,1986年博士毕业于南京大学计算机系,现为国务院学位办公室主任,北航计算机系教授,当前研究方向为计算机软件、人工智能和虚拟现实。怀进鹏,1962年生,现为北航计算机系教授和系副主任,当前研究方向为演绎数据库、人工智能和虚拟现实。李波,1966年生,现为中国计算机学会信息存储专委会副主任,北航计算机系副教授和系副主任,当前研究方向为自动推理、机器学习和虚拟现实。沈旭昆,1965年生,现为北航计算机系在职博士生,当前研究方向为中文信息处理和计算机图形学。

(2) 系统与环境的大规模集成化。虚拟现实系统或环境是由图象图形识别与生成系统、声音和触感的识别与产生系统、网络通信系统、人工智能系统和传感器系统等不同功能,不同层次的具有相当规模的系统所构成的大型综合集成系统。

(3) 人的临场化。用户与虚拟环境是互相作用、互相影响的一个整体的两个方面。

(4) 数据传输的超高速,多媒体、数据存储的大容量和数据处理的分布式与并行化。

虚拟现实是经济和社会生产力发展的巨大需求的产物,有着广阔的应用前景。例如,飞机设计师可以用虚拟风洞进行飞机设计;飞行员可以驾驶虚拟飞机进行训练和格斗演习;武装部队能在虚拟战场环境进行军事训练;宇航员可在虚拟航天器中漫游太空。虚拟现实已经在许多领域,特别是航空航天和军事应用领域显示出了巨大的社会和经济效益潜力。因此,美、欧、日等发达国家开始重视虚拟现实技术的研究和系统开发,并投入了越来越多的资金和人员。

2 北美的虚拟环境研究现状

美国开展 VR 研究时间早、范围广,已有一些典型应用系统,处于领先地位。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。

2.1 感知

感知是现代实验心理学的重要部分,为实现 VR 目标在理论心理学与实验心理学方面开展了一系列研究。例如,对基本性质的系统测量、更好的感知理论,严格的假设测试、基于经验与理论准则构造和测试 I/O 装置,以及评价标准与校准过程等。下面简述在移动与运动病、听觉感知、视觉和触觉四个方面的研究现状。

(1) 移动与运动病(movement and motion sickness) 在可视模拟器(如飞行模拟器)中人们往往会出现运动病或空间病征兆,称这种现象为“模拟病”(sim-sickness)。导致模拟病的原因有两个层次。一是基本层,主要是由于当今科技的不足;另一个是模拟过程本身所固有的问题。可以预料随着现代科技的发展,基本层中的大多数问题将会消除,例如通过加快跟踪系统和可视系统的运行。

目前,还没有能够预测什么样的输入与输出对人体是破坏性的、容易或难于为人适应、以及哪种人最可能受到影响的一般性理论。但是,近年来对飞行模拟器的模拟病问题已经开展了大量工作。Kennedy 测量了可视域中摆动频率的各种影响,发现在 0.125Hz(每摆 8 秒)左右的摆动会引起恶心;Uliano 等人测量了手动输入(飞行控制)与改变视觉(飞行方向)之间的反馈回路中各种延迟的影响,指出许多延迟增加了不舒适感;Reason 与 Qman 提出了模拟前厅系统的两种形式化方法;Central Florida 大学的模拟与训练研究所通过旋转可视场来诱导行走实验者转向,目前正在测量最小可测旋转率和加速度。

当前的主要问题是缺少合适的感觉集成的理论,这也是未来研究的主题。

(2) 听觉 声音是感知理论中与模拟设备密切相关的领域,声音通道不同于视觉或触觉通道,它可以用时间单值函数来很好地刻划。

(3) 视觉 人类接收的外界环境信息主要来自于视觉,大脑处理的视觉信息量非常巨大。VR 研究者主要关心视力敏锐性和方位问题。在敏锐性方面,Clarke 提出用光学镜片使 LCD 屏的图象失真来构成象素密度的 HMD,他通过专用硬件使图象失真以便对光学失真进行校正,并利用失真镜来避免色差问题。对于高分辨率嵌入物理论边缘视觉仍是一个问题,它对运动极为敏感,因此显示器应当对边缘提供某些合适的激励形式,以使实验者的注意力像在直接视觉中那样转到接踵而来的物体。当我们在空间对一个生物体进行定位并考虑其行动路线时,可视信息是必不可少的。Warren 等人提出了如何从光流中获取运动方位和方向的理论,该项研究将有助于构造出具有重要的暗示的 VR 系统。

(4) 触觉 与视觉、听觉相比,目前对触觉的研究尚少。

2.2 用户界面

目前,人机界面是一个非常活跃的研究领域,VR 研究者更关心的是人机之间的交互和影响。

(1) 多维信息空间的导航 由用户规定目标和内容的工具称为自娱性工具(convivial tools),如电话;目标与内容由权威来建立的工具称为非自娱性工具,如广播和电视。在真正自娱的视频/数据媒介中,用户可走到任意

地方,看到他想看到的任何事情。难题是如何设计用户界面才能使人们可以自然地找到获取正确信息的方法。通常人们可接受的构造人机界面方法有:使用日常关系(如上、下、左、右)和普通对象的符号;严格维护应用程序间的一致性,使用户感到他是在同样的文化背景中学习;构造简单、无二义性的命令,降低出错率;在最高层做尽可能多的自动化,如提供候选表而不需要用户记住具体的名字。

要超越简单孤立的桌面 PC,进入丰富的网络化的世界范围的数据结构,我们需要创建一种搜索问题的求解方案,构造导航——取接全局信息网。这里通过分析虚拟世界的作用来简要讨论这一问题。如果我们想找在莫斯科大学从事图象处理工作的某位教授(但忘了他的名字)的某篇论文,这篇论文是你在某次学术会上听到的,试想如何通过多维信息空间进行导航。解决方法是从全球开始,分别点到苏联、莫斯科和莫斯科大学。现在看到了这所大学的平面图,但却不认识它的标记,因此要求给出中文。这时在地图上出现了几百个中文标记,因而要求按字母表排序。这时若选择电气工程系和光学系,就会发现在一栋建筑物的牌子上用汉语写着“电气工程”。走进前门,希望看到墙上有张工作人员表,但没有。走进“秘书”办公室,有一“人”坐在桌前,于是可询问“哪些人在这栋楼里工作”?那人回答“这儿有张表”,同时递给一本工作人员花名册。这个“接待人员”是一个使用自然语言查询处理器的自动装置,它可以提供正确的信息,因此有助于通过多维信息空间进行导航。通过花名册我们希望得到其它有关数据,它提供了很多属性供选择(包括办公室号、电话号码及研究领域等)。当查询研究领域时,在 Valentina Rashevsky 的名字后显示“图像处理”,于是我们可查询她发表过的论著,最终得到所要的论文。

对这个问题,请求可以是信息查询,也可以是系统执行某动作的指令。请求的语义规定了定义域(可能的输入)、值域(可能的输出)及结构(从输入到世界状态到输出的映射),请求的语法规则规定了输入(人体姿势、关键字、菜单、图素等)和输出的形式,特定的语法、语义定义了请求语言。上述的解决方法包括如下两类请求:

- 特定域请求:如“给出莫斯科地图”(此处用一系列手势表示);
- 元系统请求:如“转向汉语”和“你有其它数据吗”。

因此设计虚拟界面应遵守下列规范约束:

① 潜在地提供无穷的特定域请求和交互。当从一个虚拟世界进入到另一个时,特定域请求的语法、语义也会发生变化,为此需要有子语言或方言。文化背景必然会驱动其子空间与子语言的个体设计,如果我们强求一致性就不会有自娱系统。

② 具有精心设计的标准小型元系统请求集。在不同的文化背景下迷失方向的主要原因是无法提出元问题。在上面例子中,元系统请求是“给出汉语”和“要求这个花名册告诉我其它数据”,因此一个元系统必须具有如下特点:从无穷大的特定域请求池出发,对于初次访问虚拟环境的人可教或易学,良好的“帮助”系统,严格地设计和测试使得语法和语义简单、一致且可以扩充,元请求应体现用户对虚拟环境的控制。

(2) 虚拟与沉浸问题 目前有两种观点:一种认为根本不需要 HMD,沉浸是心理学现象,并非所有虚拟环境都要求通过感觉沉浸来获得心理感受,这种观点认为 VE 的自主性和交互性要比三维立体沉浸图形更重要。另一种观点认为必须用 HMD,若 VE 不用 HMD 则与实时模拟就同义了。总的来讲,目前社会上趋向于第二种观点。

2.3 系统支持

在用户界面后面,软件系统必须维护一个虚拟世界的实时模型,它能模拟虚拟物体间的交互作用。实时计算比较成熟,但大多数 VE 研究人员还没有使用传统的实时计算平台和环境。在早期开发阶段中,大多数实验室都使用熟悉、方便的 UNIX 解决问题。

(1) 软件基础 已有许多商品化软件可用于构造简单专用的虚拟环境,这种“VE 外壳”具有如下的特征:接收头盔跟踪信息,跟踪手套、指挥棒这类指示器,生成立体显示,接收并传输 CAD 模型。某些 VE 外壳也提供了详细控制,即将虚拟物体对应两个以上的几何模型,只要从观察者的角度注意不到被缩减的多边形,那么就可以用不太复杂的模型。

(2) 基础研究 最近 Presence Teleoperators and Virtual Environments 杂志有一篇文章描述了虚拟世界的体系结构,它是 IBM 资助的 VUE 项目,其目标是开发一种创建交互式三维模型的系统结构,这篇文章清楚地解释了有待解决的一些问题,可作为评价现有工具系统的依据。

(3) 各类工具 商业工具有 VPL 的 RB2 系统和 Sense 8 的 WorldToolKit。前者在 SGI 上运行,可以接受许多不同的 CAD 模型,适用于多用户构型;后者在 IBM PC 上运行,使用 486 处理器与 Intel DVI 板。公用工具有

Albert 大学通过 e-mail 提供的 MR 系统, 华盛顿大学人性化界面技术实验室提供的虚拟操作系统 VEOS 可通过 FTP 得到。在物理模拟方面, 目前的大量工作是关于现实物理模拟的图形, 范围很广, 涉及从烫衣服、做头发到实时的刚体动态性; 其中引人注目的分支是人和动物形态的动画制做, 这方面的代表作是 Badler 等人的“Making Them Move”一书。

(4) 实时军事模拟 在 VR 投资方面, 军事模拟远远超过了民用。目前最主要的军事 VR 系统是 SIMNET, 它是一个庞大的低成本网络化军队训练环境原型, 包含了 200 多辆坦克和运载工具, 以及由 2 至 4 人组成的飞行模拟器, 分布在美国和欧洲的约十个地点。SIMNET 的硬件已基本完成, 其通信系统基于标准的 Ethernet, 软件富有创新性。为了构造一个拥有几百个实时模拟器的网络, SIMNET 的设计者采用远程运载工具近似(RVA)技术。在模拟周期, 每个模拟器根据最新得到的速度矢量, 通过改变位置更新所有的 RVA。当重新计算动态模型时, 将其运载装置的新位置与局部 RVA 位置比较, 如果差值大于指定门限值, 则网络会收到新的方向和位置的广播信息。SIMNET 获得巨大成功的主要原因是研制者们严格遵循了称为“80%已解决”, 或有时“60%已解决”的策略, 使用成熟的部件, 不做任何不必要的事。与其它实时军事模拟器系统一样, SIMNET 也采用了分布式交互模拟(DIS)通信协议, 并已经证明它很有效。

2.4 硬件

作为支持 VR 需要考虑这五类电子设备: 跟踪系统、触觉系统、音频系统、图像生成系统和可视显示器。此外还应考虑模拟虚拟世界的计算机, 其运算速度应达到每秒几百万条指令及每秒几百万次浮点算术操作。

(1) 跟踪系统 跟踪系统应能确定关于用户头、手及任意真实世界物体的位置及方向, 目前有磁性设备、声学设备、惯性设备、机械设备和光学设备。磁性设备利用小型天线发出磁场并由多个接收天线控制, 分辨率已接近 1 毫米和 0.03° , 准确性大约在 3 毫米和 0.1° 。声学设备使用超声脉冲, 目前的系统分辨率大约为 0.1 毫米和 0.5° , 精确性约为 0.5 毫米和 0.5° 。随着微型设备的进展, 有望生产出小型、低价的加速表和速率陀螺仪, 这些惯性设备的敏感性强, 允许通过短时推算定位进行跟踪。在机械设备方面, Fake Space 实验室的 BOOM 使用严格的框架不仅支持观测设备, 而且可测量位置和方向, 每个联接点的分辨率约为 4 毫米和 0.1° , 等待时间不到 1 毫米。光学设备通过三角剖分技术用摄像机确定目标位置, 并通过观测多个目标确定方向。

(2) 触觉系统 是指为虚拟世界提供的手工探测或操作物体的幻觉设备。它利用人的触觉、动觉及运动神经系统与虚拟环境相互作用。具有如下两个基本功能: 测量用户手和其它部位的位置与受力, 以控制 VE 的输入; 显示受力和位置与/或它们对用户的空间和时间分配。当前人们感兴趣手的位置/联接角测量, 应用受力和转矩, 触觉显示和其它激励分布。

(3) 图像生成器 计算机图形的发展迅速改善着多边形、阴影模型及纹理成像功能, 在性能不变条件下可视系统的成本以每年大于 50% 的速度下降, VR 应用中主要的问题是延迟时间。绝大多数图形结构很大程度上用管道输送, 吞吐量很高的专用扇区传动装置无法自动解决等待时间问题。因此仍需进行研究, 等待时间对模拟病的影响目前只能考查到 100 与 300 毫秒间, 这是由于受图像生成系统的限制。NTSC 显示设备本身的等待时间约 16 毫秒, 为超过该速度必需在成像前, 根据最近的几何图形立即产生扫描线。确定门限值的一种方法是使用全景缓冲器, 并根据头跟踪信息, “拍摄”预存景象。但是, 在景象内已变化的事情不会以此速度更新, 从而产生一种新的视觉差异, 因而必须考虑这种影响。最新构造的具有最小等待时间的 VR 系统从用户移动到视觉输出仍会有延迟, 因此应重视研究低等待时间的成像结构; 而且为克服系统本身延迟及所产生的失误, 还应研究关于预测移动的软件技术。

(4) 可视化显示设备 目前商用 LCD 的显示范围是 200×300 像素。DARPA 正在研制 640×512 的电致发光、并包含彩色四边形的彩色 LCD 系统, 也在研制使用很小变形镜(约有 10^6 个移动镜)构成反射系统。华盛顿大学人性化界面技术实验室正在研制一种用激光束直接在视网膜上投像的显示设备, 该系统需要能准确跟踪眼睛的瞳孔, 目前仍有许多问题有待解决。Fake Space 实验室提供了一种引人注目的解决 HMD20 办法, 精心设计的钢铁吊杆可用大量光学器件支持高分辨率的立体 CRT 显示器。这个吊杆提供机械支持并可进行高速、准确的跟踪, 可用侧面把手移动显示器, 类似于使用(而不是戴)双筒望远镜。

(5) 音频系统 在语音输入方面, 目前的设备能识别预先训练后的说话者的孤立词、与说话者无关的方法也已得到一些认可, 主要考虑的是在大词表训练(说话者相关)系统及小词表(说话者无关)系统之间的平衡。在虚拟

世界中出现特定(模拟)的物理现象时需要产生相应的声音,除非某人能预先从库中确定使用什么声音否则当前的 VR 系统不能产生这类声音。人确定声源方位的能力强, NASA 空军研究中心的工作人员已研制出一些测量及应用与头部相关的转换函数(HRTF)技术,在物体(或人工头)的耳道中放入很小的麦克风,并为许多不同源的位置记录头部对脉冲的响应,然后将 HRTF 与声音激励一起进行实时卷积计算以产生位置感。

2.5 应用

VR 研究的源动力是应用。除一些娱乐系统外,目前虽然还没有出现商业应用,但是应用研究是 VR 中发展最迅速的分支。下面通过简单例子讨论几个具体应用领域。

(1) 远程操作 这是早期 VR 工作的动力,最初的 NASA/Ames 项目就是受规划轨道中机器人的远程操作所推动的。海军海洋系统中心正在研制水下机器。Ft. Pierce 海洋学研究所开发了一个高强度激光探测器的远程可视系统,该系统产生水下机器人前面物体的三维图像,这种几何信息可用于指导远程手臂操作。

(2) 设计与规划 North Carolina 大学(UNC)正通过超声和其它声源研究医学可视化及放射治疗规划。超声项目的目标是通过在病人身体表面的真实图像上添加实时放射线图像,使医生直接“看到”病人体内,这项技术具有广阔的应用前景。放射治疗规划则提供一个系统,使医生能实验性地定位切割肿块的放射线束。在 UNC,先驱性工作是建筑方面的 VR 应用,PixelPlanes5 图像生成器能够表现具有阴影的高清晰度图像。用各种 HMD 和一辆可操纵踏车,UNC 系统就可使访问者“漫游”一座计划中的建筑物。

(3) 数据和模型可视化 NASA 的国家超级计算机应用中心(NCSA)长期致力于复杂现象的可视化,NCSA 的系统用 BOOM 显示器提供流体动态模型的高分辨率彩色成像,例如雷雨或台风的发展过程。North Carolina 大学的扫描隧道效应显微镜项目组研究了一个系统,它可以向用户提供终端“变焦距镜头”感觉,伺服机构以某种扫描模式使一个压敏探头在固体表面来回移动,当扫描固体时 PixelPlanes5 给出固体表面的图像。

(4) 教育与培训 Central Florida 大学在 386/486 上开发了用于公众教育的低成本二维网络虚拟环境 ExploreNet,学生们玩游戏,并在提问下解决各种数学问题。每个参加者在屏幕上有一个模拟像,并放在共享世界中,网上所有的 PC 显示这个世界,当一个学生移动他的模拟像或执行动作时,所有参与者能看到结果。

3 欧洲的虚拟现实现状

1990 年以后,欧洲关于 VR 的研究进入了积极而又切实的发展阶段。1993 年报导的 VR 市场排名榜列出了 10 个从事 VR 研究开发的中心,其中英国有 5 个,苏格兰 2 个,法国、德国和瑞典各 1 个,这些中心的 VR 产品是以商品化娱乐为主。当然,从事 VR 基础研究的团体远远多于这个数量。

3.1 VR 在英国研究与开发

VR 开发的某些方面,特别是在分布并行处理、辅助设备的设计和应用研究方面,英国在欧洲乃至世界上都是领先的。到 1991 年年底,英国已有从事 VR 的五个主要中心,下面逐一介绍。

(1) W Industries 是国际 VR 界的著名开发机构。正在开发一系列 VR 产品,主要是娱乐业方面的。该公司新近推出了虚拟 1000CS 产品,这是一种通过联网可供多人参与的凭真功夫竞技的虚拟游戏系统。W Industries 一直试图扩展其产品的范围和结构,以争取进入工业设计和可视化等重要应用领域,同时也在计划推出新型轻量显示头盔和功能强大的图形引擎。

(2) British Aerospace(BAe) BAe 的许多分部都参与了 VR 研究开发,其中最有成效的是 Brough 分部的工作。在 Roy Kalawsky 教授领导下,Brough 分部正在利用 VR 技术设计高级战斗机座舱。BAe 开发的大项目 VECTA(Virtual Environment Configurable Training Aid)是一个高级测试平台,用于研究 VR 技术以及考查用 VR 替代传统模拟器方法的潜力。

(3) Dimension International 是桌面 VR 的先驱。尽管桌面 VR 是非沉浸的,但是可视效果、交互特性和动态质量仍优于某些沉浸系统。该公司已生产了一些名为 Superscape 的商业 VR 软件包,其图形输出是 SPEA 图形卡和高分辨率显示器,主要输入设备是空球(spaceball)控制器和普通鼠标。Superscape 软件包的前端主要由图形编辑器、世界编辑器和可视化模块三个环境组成。图形编辑器用于创建三维物体,预定义图形放置在世界编辑器的世界坐标系中,可视化程序允许用户在虚拟世界中移动并与之交互,通过空球和鼠标发布命令。Dimension 还

与电视公司合作开发 Cyberzone(据称是世界上第一个 VR 电视游戏节目), 这种游戏是交互式的。

(4) Division Ltd 该公司在开发 Vision、ProVision 和 SuperVision 系统——模块化高速图形引擎中, 率先使用了 transputer 和 i860 技术。该公司的软件是按客户-服务器体系结构模式设计的, 软件作为一个单一服务器进程, 客户进程各自管理 VR 模拟中自己的具体对象。当一个客户决定交互时, 它发送消息给服务器, 服务器将这些交互分配给对这种交互感兴趣的其它客户。近来 Division 与 IBM 合作, 为 RISC 系统 6000 工作站开发 VR 操作系统——UniVRS, 并将其移植到 SG 硬件上。Division 正在考虑利用其丰富的并行处理资源将 VR 用于分子模型化和遥现场项目中, 也在用其硬件创建虚拟建筑物, 人们能够体验和修改建筑物内景。

(5) UK Advanced Robotics Research Center 为开展 VR 的研究与开发, 成立了高级机器人研究有限公司 (ARRL)。ARRL 的核心计划包含三个层次: 第一阶段搞一个基本的系统功能体系结构, 作为协调整个计划的框架; 第二阶段开展一系列一般性研究 (GR) 项目, 解决有关关键技术问题; 第三阶段设立一组演示系统 (RD) 项目, 为证实部分功能体系结构提供可行性分析。目前在一机界面项目 (虚拟现实与遥现场项目, 也称 GR6 项目) 集中了下列三个 RD 子项目: 应用激光测距的三维景象生成系统 (RD8), 远程世界的计算机模拟 (RD1), 运行和操纵机器人的遥操作及其遥现场 (RD7)。

GR6 项目的最初目标是为使用运动机器人的遥现场研制一种交互式的头控视听显示系统, 该系统能够在遥现场驱动模拟中把立体电视画面和控制设备的图形表达一起显示出来。通过虚拟手表达实现与控制设备的交互, 然后手表达控制仪器手套的手指弯曲和手跟踪传感器。为了配合 GR6 项目近期任务的进行, ARRL 与 Overview 公司合作开发了一系列头控立体摄像系统, 达到了转动 1800 度/秒, 适用于安装在该公司的 Cybermotion K2A 运动机器人。为了应用 VR 和遥现场, ARRL 还与 Airmuscle 公司合作首先在手套和 3D/6D 鼠标上使用了触觉反馈。现在 Airmuscle Teletact I、II 手套, 以及 Teletact Commander 立体手控器已成为商品。

在虚拟世界建模方面, 已经构造了复杂的虚拟世界模型。结合机器人中心的模型与动画美洲豹机器人, 就能在虚拟操作间用图标控制台进行遥操作, 并演示“教-重复”动作。ARRL 已经开始专门研究将商业 CAD 系统的模型和动态序列、以及其它建模和仿真软件包移植到支持虚拟可视化的高级平台, 以便人能进行沉浸交互。

3.2 VR 在欧洲的广阔前景

设在荷兰的欧洲空间研究技术中心 (ESTEC) 的研究人员正密切注视着 VR 的发展, 并于 1991 年进行了 VR 测试平台项目 MVS (Man in Virtual Space) 的投资招标, 与巴黎 Videosystem 公司签署了 MVS 项目合同。荷兰的 VR 工作主要是研究一般性的硬件/软件系统结构问题、人员因素问题, 以及工业和培训应用。例如, 海牙 TNO 研究所的物理电子实验室 (TNO-PEL) 已为防务应用开发了多年的训练和模拟系统, 当前为 VR 研究的新型人机界面技术主要是开发高级训练器和模拟器, 直接模拟人的感觉 (视、听、触觉) 和新型用户输入模式, 进而提高训练系统的效能。在评估 VR 技术对高级训练器和模拟器的合适性方面的研究课题有根据应用评估新型人机界面技术, 视景深度提示的改善, 听觉和触觉界面, 交互技术, 改进的模拟模型, 以及这些技术在不同领域的可用性。已经开发了供演示使用的原型系统, 即模拟一个宇航员在欧洲航天局的 Hermes 宇宙飞船周围进行的舱外活动。1992 年荷兰铁路部门与英国多媒体公司 Hodos 股份有限公司签订了一份合同, 旨在用 Sense 8 公司的 World-ToolKit 开发一个虚拟铁路旅行环境。该计划涉及在模拟环境中模拟铁路信号系统, 以便帮助增加荷兰铁路交通密度而又不影响安全。

西班牙在 SG 上开发的多用户 VR 项目以奥运会体育竞技作为其研究重点。开发两方面的 VR 环境: 一是双人滑雪模拟器, 二是以数字化虚拟方式制作 1992 年巴塞罗那奥运会足球决赛的四人电影剧本。德国的许多研究所已着手 VR 研究, 其中 Darmstadt 的 Fraunhofer 计算机图形研究所 (IGD-FhG) 的研究开发工作集中在计算机图形学有关的领域, 如可视模拟、可视化、图像处理 and VR 等, IGD 进行的大多数项目是面向工业的开发。IGD-FhG 在 92 年建立了一个 VR 演示中心, 用于评估 VR 对未来系统和界面的影响。该中心的任务是在测试平台环境中给用户和生产者提供先进的可视化、模拟技术和 VR 技术的途径, 以便可以从中通过真实、方便的实验来证实新思想和新方案。

瑞典的 MultiG 是一个由多方参与的、旨在建立一条每秒几千兆位的光纤数据通信系统, 以便为其可视化提供协议和硬件。MultiG 的一个子项目 (遥现场) 是为虚拟世界应用开发分布式环境, 另一子项目是建立一个名为 DIVE (分布式交互虚拟环境) 的 VR 系统, DIVE 是一个基于 Unix 的异质分布式系统, 目前 DIVE 在 SPARC,

IBM RS/6000 和 SGI Indigo 上运行,但它容易推广到新的硬件和图形库。MultiG 的应用研究是与瑞典残疾人研究所合作的项目,任务是在虚拟环境中控制真实世界的机器人。使用护目镜控制,通过变换视点精确操作虚拟机械手。另一个应用是关于虚拟会议的,这里涉及的一个概念是在新版 DIVE 上工作的“分布式白板”。一个白板的多个拷贝可以存在于虚拟世界中,而且一个拷贝中引出的任何东西都在其它白板上显示。虚拟会议的另一个有趣概念是虚拟“魂体”(aura),围绕用户身体的不可见体积就是一个魂体,它可用于确定用户间是否彼此接近。

4 东亚地区的虚拟现实研究

在当前虚拟现实技术的研究与开发中日本是居领先的国家之一,她主要致力于建立大规模 VR 知识库。韩国高级科学与技术研究院和新加坡国立大学也开展了 VR 研究工作。下面分学术研究、商业活动和政府动向三个方面分别进行介绍。

4.1 学术活动

(1) 东京大学 高级科学技术研究中心负责人 Susumu Tachi 博士将他的研究重点放在遥在(tele-existence)方面,最近的研究项目是遥在主从系统,该系统可以使用户控制远程摄像系统和一个模拟人手的随动机器人手臂系统。实时地测量操作员的头、手臂、右手和其它的辅助运动,测量信息送至 4 台计算机以产生用于随动机器人的伺服控制。机器人手臂有 7 个自由度,同时还有一个 6 轴力传感器。机器人的颈部机械部分有三自由度,它的运动能够实时地与远程用户的头部运动相匹配。

机械信息学系主任广濑教授的重点研究为虚拟现实的可视化问题。为了克服当前显示和交互作用技术的局限性,他们正在开发一种虚拟全息系统(virtual holography system)。该系统由一个使用液晶快门的三维监视器和一个新颖的力反馈指示器组成。用户在食指戴一个金属环然后将食指插入力反馈头,计算机移动与用户手指相关的反馈头,一旦手指与虚拟对象相交,立即通过锁定反馈头使得不再能向对象表面运动。在软件可视化方面,Hirose 博士开展了应用三维虚拟环境开发复杂软件(例如网络控制软件)的研究。软件分为两种主要的功能:虚拟分析(VA)和虚拟设计(VD)。在三维环境中 VA 可对软件进行管理和维护,VD 可对已有软件进行处理和设计。一些软件工具,例如虚拟编辑、虚拟支配者、网络模拟器等也正在研究中。

(2) 东京技术学院 精密和智能实验室的 Makoto Sato 教授研究了一个用于建立三维模型的人性化界面,称为 SPIDAR(Space Interface Device for Artificial Reality)。SPIDAR 系统包括这样一些部件,首先是命令指示器(pointer),它是由 4 条绳索挂起的套子,用户可将这个指示器套在手指上来指定任意点。每根绳子固定在一个可测量其位置的旋转译码器上,通过对译码器脉冲的计数,可以确定用户手指的位置。在每根绳索的支撑点上安装一个小的继电器,当继电器储能后,它可限制绳的运动,从而有效地在用户手指上产生力感,通过改变继电器上脉冲的周期,可产生一定范围的力。已用该系统进行了一些实验,显示出 SPIDAR 是一个有用的交互部件。

(3) 筑波大学 工程机械学院 Hiro 博士领导的小组研究了一些力反馈显示方法。首先他们研究开发了九自由度的触觉输入器,这台操纵仪将从虚拟现实客体的模型上计算出的反作用力作用到操作人员的手指和手掌上。该系统使用三套缩放机构,到手指的反作用力根据捕获目标的硬度来产生。纹理显示器(texture display)已经被用来表示虚拟目标的表面纹理,用两个直流电机来产生虚拟表面的反作用力,通过控制反作用力矢量的方向来表示虚拟目标表面的凹凸不平。经过一些可行性研究之后,建立了虚拟行走原型系统,步行者脚上穿上全方向的滑动装置使得他能交替迈动左脚和右脚。超声传感器测量头部和脚的运动,通过一个装在头部的显示器使用者可以看到图像,六自由度的主操纵器把反作用力作用到使用者的手上。

4.2 商业活动

(1) 松下电子产品有限公司(MEW) 是推动日本研究开发 VR 的公司之一,已研制出一些引人注目的虚拟现实应用系统,其中最著名的是厨房模拟系统 ViVA。ViVA 项目开始于 1990 年,目的是支持 MEW 原来的厨房 CAD 系统 MATIS,公司最初设计了一个基于 VR 技术的伪体验系统,使用户在实际建造之前体验一个建筑设计。现在该系统和 MATIS 协调配合,用户可进入陈列室和推销员讨论他们需要厨房设计,然后用 MATIS 设计出一个样板。若用户对 MATIS 设计出的结构草图满意,则将数据加载进 ViVA 系统,用户就可以漫步在他虚拟的厨房中;如果对虚拟结果满意,那么设计将送给 CAD/CAM 自动工厂,在那里生产真实的厨房。ViVA 部分地基

于 VPL RB2 系统, 同时 ViVA 带有将该系统连接到 MEW 的 MATIS 系统上的用户软件。用一个 Apple Macintosh IIx CPU 进行实时控制, 用 SG 220GTX 和 310CGX 来绘制左右眼的图像。通过眼机(EyePhones)和数据手套来实现用户和虚拟世界的交互。用户可以打开橱房门, 移动碗碟, 还可听到三维立体声。ViVA 系统从 1991 年 8 月开始使用, 许多用户使用后感觉非常满意, 肯定 ViVA 系统是一个非常有用的销售和宣传工具。松下还参与了日本国际贸易和工业省“21 世纪住房发展项目”, 该项目的目的是使居民能设计最适合他们自己的房屋。松下还从事遥现场和机器人领域的研究。MEW 已经和加州 Palo Alto 的 Telepresence Research 一道, 研制出一个可用于安全监视的原型遥现场机器人。通过使用遥现场技术, 系统用户可以像亲临现场那样检查危险的远环境。

(2) ATR 通信实验室 ATR 是日本京都的一个研究组织, 从事 VR 研究已有相当一段时间。他们希望开发一个“伪工作空间”来使用 CAD/CAM、远程机器人、模拟和大数据流监视的应用。此外, 正在进行的一个应用研究项目是使用数据手套的手势来安放虚拟的积木块。

(3) 富士通实验室有限公司 正在研究的一个项目是虚拟生物与 VR 环境的相互作用, 首先基于状态变量和作为计算模型的状态变量改变规则来创造一个虚拟生物, 模拟在 SGI 上实时进行, 用数据手套提供输入, 图形输出由眼机产生, 用一个 FM Towns 提供声音反馈。富士通还在进行虚拟现实中的手势识别, 已经开发了一个神经网络姿势识别系统, 该系统可以识别手指字汇, 也可以识别表示词的信号语言。因为手势识别是一个动态过程, 所以可用循环的神经网络。

4.3 政府动向

日本通产省(MITI)非常支持正在进行的虚拟现实技术及其应用的研究与开发。其中面向 21 世纪的住房发展项目是 MITI 组织的一个雄心勃勃的计划, 该项目主要的目标是在建造房屋时融进更多的个性。MITI 提出一个允许用户在建房之前检查体验自己房屋设计适用性的系统, 该项目旨在发展以下技术:

- (1) 不但能感知用户需要而且还能感知用户情感的技术;
- (2) 判断和评估光、声、取暖和通风系统的模拟技术;
- (3) 一个伪体验系统, 能使用户就像进入真实房屋一样检查这些三维的评判标准。

这项工作分给 35 家日本公司, 可行性研究开始于 1989 年, 基础研究始于 1992 年, 实验性系统的研究从 1993 年开始启动, 这一房屋开发系统的评估在 1995 年进行。

4.4 东亚其它国家

新加坡国立大学系统科学研究所从 1991 年中期开始积极从事虚拟现实方面的研究, 主要集中在 VR 环境的软件研究。值得注意的是他们的面向对象语言 Starship, 该语言提供知识表示工具, 这种工具可以定义任意复杂的表示结构, 并包括交互作用编程和用户界面建立等特色。另外, 正在开展基于知识的 VR 工具箱 Bricks 将通常 VR 应用模型与具有高智能水平的对象相结合。

韩国高级科学技术学院(KAIST)进行 VR 领域的研究工作时间相对较短, 从 1991 年中期才开始原理和概念的研究。K Wohn 教授在 KAIST 建立了 Meta-Presence 小组, 致力于建设实验室并寻求国际合作伙伴, 工作令人注目。

(参考文献略)



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重：<http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了：

1. [虚拟地理环境研究概况](#)
2. [虚拟与增强现实研究进展](#)
3. [基于虚拟现实技术的三维虚拟环境研究](#)
4. [虚拟现实：让虚拟走进现实](#)
5. [虚拟?现实](#)
6. [虚拟现实——虚拟世界简史](#)
7. [虚拟现实技术中“实践”维度研究](#)
8. [我国虚拟现实技术行业研究](#)
9. [沉浸式虚拟现实电影的研究](#)
10. [虚拟现实,别样世界——《虚拟现实:奇妙新世界》](#)
11. [人人都想要虚拟现实，但现实……](#)
12. [虚拟现实技术的关键技术研究](#)
13. [虚拟现实技术的概况及应用](#)
14. [论虚拟旅游与虚拟现实技术](#)
15. [虚拟现实新闻融合发展研究](#)
16. [虚拟现实主义——“虚拟”怎么玩才“现实”](#)
17. [虚拟现实——可以跟现实一样现实](#)
18. [儿童游戏空间中虚拟现实原则研究](#)
19. [基于3DSMAX的虚拟现实建模技术研究](#)
20. [虚拟现实与建筑设计：虚拟现实与人类直觉](#)
21. [虚拟现实的现实层次](#)
22. [医学虚拟现实技术研究](#)
23. [虚拟现实与楼宇展示研究](#)
24. [《虚拟现实5》](#)
25. [VR虚拟现实设计研究](#)

- 26. 虚拟经济研究:理论与现实
- 27. 虚拟现实（VR）教育应用研究综述
- 28. 虚拟党建与现实党建的关系研究
- 29. 虚拟现实研究的理论框架与核心议题
- 30. 虚拟现实技术下虚拟实验室的研究与构建
- 31. 虚拟现实课程的教学应用研究
- 32. 虚拟现实技术在教育领域研究分析
- 33. 浅谈虚拟现实技术的高校教育研究
- 34. 虚拟地理环境研究概况
- 35. 虚拟现实和增强现实技术及其教育应用研究
- 36. 虚拟现实软件的交互通信研究
- 37. 虚拟地理环境研究概况
- 38. 基于虚拟现实技术的动画创作研究
- 39. 虚拟现实技术对电影产业的影响研究
- 40. 虚拟现实与楼宇展示研究
- 41. 虚拟还是现实 解读虚拟现实设备
- 42. 基于虚拟现实技术的塔吊构建研究
- 43. 基于虚拟现实的虚拟实验研究
- 44. 虚拟现实技术在水利上的应用研究
- 45. 数字界面:虚拟现实与虚拟化的现实
- 46. 虚拟or现实? ——浅谈未来游戏中的虚拟现实技术
- 47. 虚拟现实技术的应用研究
- 48. 虚拟现实的艺术理论研究
- 49. 别将虚拟当现实
- 50. 基于虚拟现实及增强现实的服装APP研究