

虚拟现实技术在遥控机器人领域的运用

薛 晗, 马宏绪

(国防科技大学机电工程与自动化学院机器人控制实验室 湖南长沙 410073)

摘要: 虚拟现实技术的起源和发展得益于机器人技术, 同时为机器人技术提供了强有力的技术手段, 二者之间有相互协同优势。阐述基于虚拟现实的遥控机器人的技术原理、体系结构、开发平台与当前主流方法, 并分析了远程遥控机器人医学手术、家用机器人远端操控系统、远程空间作业机器人的实例, 介绍了本领域中的已解决问题与待解决问题。

关键词: 虚拟现实; 机器人; 遥操作; 仿真

中图分类号: T181

文献标识码: A

文章编号: 1673-4629(2007)03-0047-04

近年来, 机器人技术与虚拟现实技术的有机结合成为极具发展潜力和应用前景的研究方向之一。虚拟现实技术的起源和发展得益于机器人技术, 同时为机器人技术提供了强有力的技术手段, 二者之间有相互协同优势。虚拟现实技术已经在机器人遥操作的应用领域中显示出巨大的优势, 如太空机器人、家用机器人、军事机器人、水下机器人、装配机器人和手术机器人。

虚拟现实技术在遥控机器人领域中的运用是指多自由度临场感的遥控机器人系统一方面通过操作者周围的多传感器系统, 将操作者的位置和运动信息实时检测并作为控制指令送到远地从控制器中, 另一方面将远地机器人及其与现场环境相互作用所感知到的视觉、听觉、触觉等信号, 实时反馈给本地操作者处, 在操作者周围生成由远程环境映射的虚拟环境, 使操作者产生身临其境的感受, 使得机器人仿佛是操作者在远地的延伸, 操作者能够真实地感受到远地机器人和现场环境的交互状况, 从而做出正确的决策, 有效地控制从机器人完成复杂的操作任务。

1 虚拟现实技术概述

虚拟现实(Virtual Reality)是一项涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能等领域的综合集成技术。虚拟现实技术利用计算机三维图形生成技术、多传感交互技术以及高分辨显示技术, 生成三维逼真的虚拟环境。使用者戴上头盔显示器、数据手套或穿上有传感器的外衣等传感设备, 或利用键盘、鼠标等输入设备, 便可以进入虚拟空间成为其中一员, 在虚拟现实的世界里漫游, 通过视觉、听觉、触觉以及传感器与虚拟环境进行实时相互作用, 感知和操作虚拟环境中的各种对象, 从而获得身临其境的立体感受和体验。虚拟现实技术目前已广泛应用于航空航天、医学治疗、建筑设计、军事训练、体育运动、娱乐游戏等许多领域。

虚拟现实具有三个基本特征, 即三个“I”——Immersion、Interaction 和 Imagination,^[1]就是沉浸性、交互性和想象性。

(1) 沉浸性(Immersion): 虚拟现实技术是根据人类的视觉、听觉等生理心理特点, 由计算机产生逼真的三维立体图像, 使用者戴上头盔显示器和数据手套等交互设备, 便可以与虚拟环境中的各种对象进行相互作用, 如同置身于现实世界中一样。当使用者移动时, 身上的传感器和数据手套便把移动的数据送到计算机, 使虚拟环境中的位置图像实时地变化, 拿起物体可使物体随着手的移动而运动, 而且还可以听到三维仿真声音。系统根据使用者的操作而相应地变换影像, 使人有置身其中的立体感觉。

(2) 交互性(Interaction): 虚拟现实系统中的人机交互是一种近乎自然的交互, 使用者不仅可以利用电脑键盘、鼠标进行交互, 而且能够通过头盔显示器、数据手套等传感设备进行交互。使用者通过头、手、眼、语言及身体的运动, 对虚拟环境中的对象进行考察或操作, 计算机根据使用者的运动来调整虚拟现实系统呈现的图像及声音。

(3) 想象性(Imagination): 通过沉浸感和自然的交互, 虚拟现实系统能充分激发用户的想象力。虚拟现实的应用能够解决工程、军事、医学等领域的问题, 设计者与虚拟现实系统并行操作, 发挥其创造性, 因此极大地依赖于人类的想象力。

2 基于虚拟现实的遥控机器人

遥控机器人技术是机器人研究领域的一个分支, 将人的智能与机器人的灵活性有机结合, 让远离作业现场的操作人员控制位于远地环境的机器人, 完成既定的操作任务。^[2]遥控机器人技术一方面通过操作者周围的多传感器系统, 实时地检测操作者的运动和位置信息, 以此作为控制指令, 发送给远地机器人的控制器; 另一方面通过多传

收稿日期: 2006—06—20

作者简介: 薛晗(1982—), 女, 福建厦门人, 硕士研究生, 主要研究方向: 神经网络、人工智能、仿人机器人。

马宏绪(1966—), 男, 陕西宝鸡人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 双足类人机器人, 无人地面机器人, 无人机等。

感器子系统,将机器人对现场环境的视觉、听觉、触觉等感觉信息,实时地反馈给不在现场的操作者,在操作者周围生成由远地环境映射而成的虚拟环境,使操作者产生身临其境的感受,从而有效地遥控现场机器人完成复杂任务。在操作者和机器人之间建立起丰富的信息交流系统,机器人就能够真正成为操作人员的替身,实现了操作者的遥控,使操作者能够实时地掌握和控制机器人被传送到的任何工作环境的信息。

基于虚拟现实的遥控机器人系统用携带的摄像机获取视频,用传声器获取声音,用装在传感器上的机械手作为操作部件,把视觉、听觉和触觉反馈信息传送给戴有头盔显示器和数据手套的操作人员。头盔显示器用虚拟环境生成的双目立体视图,将用户的观察与真实世界隔离。头盔显示器的一种典型实现原理是由两片平板液晶作为镜片,在镜片前面安装光学元件提供焦点,当光学中心恰好与用户的瞳距吻合时用户将能感觉到立体场景的观察效果。头盔显示器上往往装有位置跟踪器,能将实时测出的头部位置和朝向输入计算机,计算机由此生成反映当前位置和朝向的场景图像,显示在头盔显示器的屏幕上。数据手套或外骨骼是一套束缚在身体上的铰链和杠杆装置,像一件接合起来的拼条衣,可以使穿戴者的动作在机器人的手臂上再现出来,同时能提供触觉上的反馈信息,根据机器人四肢实际触摸物体时感受到的压力来约束穿戴者的行为。操作人员用自己的头部的位置和方向跟踪器来控制机器人的视觉,用自己戴上数据手套的手来控制机器人的机械手臂的动作。

遥控机器人系统通过立体仿真虚拟再现远方场景。例如,执行检查远方设备的任务时遥控机器人架起摄像机,仿真过程就会用真实视频图像替换虚拟场景,不显示实际机器人。这样,操作者看到了真实的视频图像,感觉上好像在直接查看该设备,实际上则是由机器人在工作。遥控机器人把操作者的动作从虚拟世界扩展到了真实世界,称为投影虚拟现实。当视觉、听觉和触觉等信息在人和机器人之间不断交互传送时,尽管人与机器人相隔千里,操作者会如同真正看到了在现场实际发生的一切。

遥控机器人例如被派去修理宇宙飞船的机器人在自由开放的环境中执行任务,需要人的远程控制。根据使用者输入的行动,位于远地环境的遥控机器人接收指令,按照指令进行实际操作。操作员在主臂下达各种位置、速度和力量的指令,传送至机器人由其完成操作,并把执行结果的信息反馈给操作者。如果这些指令可以实时传输,而且被机器人准确执行,并把远程任务的反馈信息正确地传回给操作者,那么这个遥操作系统被称为是透明的。一个具有丰富的视频、声音和力反馈信息的透明系统,可以让用户似乎沉浸在远方的真实环境中,如同沉浸于计算机生成的三维虚拟环境中。虚拟现实技术可用于指导任务的执行,现场作业时可将控制信号和反馈信号分别输入虚拟仿真系统和实际操作控制系统,先观察虚拟仿真系统的执行

结果,若执行动作正确,再将此指令传送给机器人进行实际操作,能够避免发生不可挽回的错误。

机器人执行的每一个操作要求非常精确,为此在实际操作之前对操作者进行模拟训练是十分重要和必须的。用虚拟仿真环境来进行对操作者的培训,既可以节省构建物理环境的大笔经费,又便于及时地修正仿真环境的物理参数。在机器人遥操作过程中,操作者需要熟悉机器人的各种特性,非自然的交互同时也降低了系统的透明度。打手势是一种自然的交互方式,但在遥操作过程中使用操作杆、跟踪器等不能被机器人所识别。引入虚拟现实技术可以成功地使用手势作为输入,并使遥操作更加直观。因此虚拟环境可以加到真实环境中,用于训练操作员和指导实际的遥操作。

3 系统结构

虚拟现实技术应用于遥控机器人系统,利用三维建模软件建立机器人及相应环境的三维模型,引入机器人机构学和场景动力学,对机器人的行为及其场景的交互加入约束条件使之更加自然真实。然后利用图形快速生成系统三维绘制这些模型,根据用户的输入实时产生出所需的虚拟场景,用立体显示设备反馈给操作者。操作者利用操纵杆等设备操纵机器人在场景中的动作,并选择观察角度,既可从机器人的角度观察周围的场景和手臂与场景的相互作用,也可从旁观者的角度观察机器人的行为。^[9]

操作者通过输入设备将控制命令和观察者在虚拟空间中的位置信号传给模拟器,经过处理后生成相应的机器人控制命令序列,发送给机器人控制器,让机器人执行相应的命令和动作。^[10]模拟器接收到操作者发送的机器人控制命令和观察者在虚拟空间中的位置信号后,根据机器人动力学和场景动力学模型,计算出机器人的各个关节和其余刚体部件在虚拟空间的运动轨迹,得到变化后的机器人模型。实时图形生成系统进行三维图形的实时绘制,将虚拟现实系统实时生成的三维图形输出到立体显示设备,使操作者看到虚拟场景。同时触觉反馈能使操作者产生更加逼真的感觉,从而更加准确地操作设备。力反馈是遥控机器人的重要交互手段,使操作者能够感知机器手臂的移动以及施加给操作者的反作用力。图 1 为面向遥控机器人的虚拟现实系统的基本功能模块流程图。

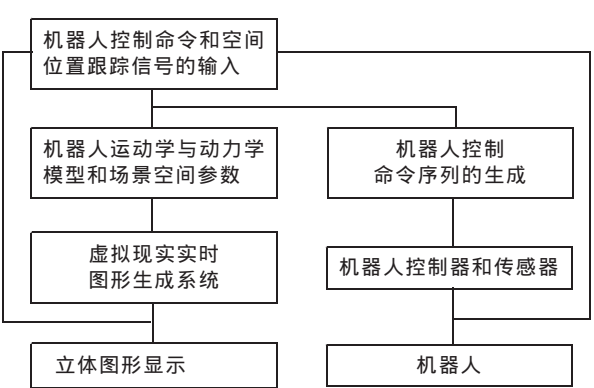


图 1 虚拟现实系统结构流程图

面向遥控机器人的虚拟现实系统的开发,总体上应遵循模块化、层次化、标准化以及面向对象的开放性和可重用性,使系统在保持实现功能的前提下,达到结构的合理化。^[9]虚拟现实系统包括具有临场感的输入输出系统和具有真实感的虚拟环境仿真系统。输入输出系统的输入部分包括控制台命令输入和语音控制器输入,输出部分包括立体显示、触觉反馈、立体声合成和输出等。虚拟环境仿真系统包括虚拟环境的三维图形生成和三维模型的数据库管理。三维图形被输出到诸如头盔显示器的立体显示设备,用户通过它可看到虚拟的三维世界,同时将机器人通过机器人控制器与这个模拟系统相联,操作者发出的抓举和转动等命令被同时送到模拟系统和机器人控制器中,通过机器人的动作可以验证虚拟现实系统的正确性和精准性。

图 2 为虚拟现实系统的开发平台结构图。其中 IRIS Performer 是可扩展的高性能实时三维视景软件开发平台,是生成三维图形和虚拟现实仿真的强有力的工具软件。IRIS Performer 由虚拟现实引擎和 Impact 可视化仿真系统集成,提供了高层的场景结构,支持多 CPU 和场景多层次细节管理,提供了 ANSI C/C++ 语言编程环境,可利用 3DS MAX、CorelDraw、AutoCAD 等绘图软件和三维图形开发工具包 OpenGL。

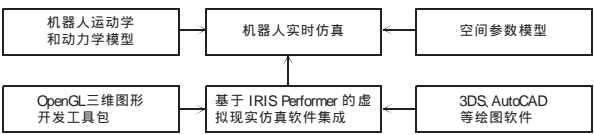


图 2 虚拟现实系统开发平台结构图

4 运用领域

4.1 远程遥控机器人医学手术

远程手术的发展结合了机器人手术技术与虚拟现实技术,为医学手术开辟了新途径,是机器人技术的一个很有潜力的应用领域。远程手术系统具有遥控机器人、三维成像、网络通信、计算机仿真和控制手术过程等多方面的功能,使医生能够通过遥控手段实施远程手术,使医生的手延伸到了任何需要的地方。^[9]远程手术在提高手术的精确度和安全性、减小手术创伤、缩短病人恢复周期、降低病人和医院的开支等方面带来一系列的技术变革,改变了传统医疗的许多概念,对新一代手术设备的开发与研制、人工假体的设计、医疗教学与研究、临床或家庭的护理和康复工程等方面的发展也产生了深远的影响。远程手术对安全性、可行性、实时性和机器人运动精度等要求很高,是多学科交叉的复合体,涉及到电子通信技术、机器人机构设计、机器人控制技术、计算机图形学、虚拟现实技术、医学和微创手术等各个领域。

实施远程手术时,执刀医生位于中心站点的虚拟手术室,手术对象是根据患者的数据信息再现而成的虚拟病人模型,医生遥控位于远端站点的实际手术室中的机器人对病人实施手术。^[7]远程手术的完成需要受中心站点精确控

制的智能机械系统,包括遥控机器人、操纵杆或精密机械手。应用虚拟现实技术、控制技术、精确的远程传感器技术、高速实时传输图像的电视技术等技术,将远端病人的空间透视图像和状态信息、姿态信息以及生理信息传送到控制中心,逼真精确地再现显示在外科医生戴上头盔显示器后所看到的虚拟现实场景中。外科医生利用设制的界面对虚拟病人的待手术部位进行虚拟手术操作,通过高速宽带通讯网络将医生的动作传送给远地的机器人,由机器人对病人进行手术,使手术操作准确地施加在与虚拟现实环境中的病人身体的相同部位。手术实施的实际进展情况通过机器人摄像机监视系统实时反馈回医生的头盔显示器,手术机器人手上的受力情况通过临场感知系统传给医生,再与虚拟病人叠加,使医生能够实时掌握手术的现场情况,发出正确的指令,远程控制手术的操作执行。

虚拟现实系统的应用价值很高,不仅能够辅助定位和导向,广泛应用于复杂远程手术过程的规划和预演、人体解剖仿真和外科手术仿真器等,还可应用于医疗培训和教育。^[9]例如在偏远山区,手术医生不能亲临现场,在备有基于虚拟现实技术的远程控制操作设备的手术中心与边远地区建立起远程手术虚拟现实系统,便可在异地通过遥操作系统控制手术现场的机器人完成手术。在未来战争的战地救护中,利用远程手术系统将能及时有效地挽救战士的生命。现阶段,机器人远程外科手术系统已经发展到医疗外科手术导航、机器人辅助操作、虚拟临场手术系统、医疗外科机器人、微创外科等临床应用。

目前许多医用远程遥控机器人手术系统已经被研制和开发,临床实践的成果显示出远程外科巨大的经济效益。早在 1986 年,西方七国首脑在凡尔赛会议上确定了国际先进机器人研究计划 IARP,鼓励研制先进机器人系统在危险、有害等环境下替代人类的劳动。美国国防部开展研究基于操作的外科手术机器人,用于战伤模拟、手术培训和解剖教学。欧共体将机器人辅助外科手术和虚拟外科手术仿真系统作为重点的研究发展计划之一。1996 年,德国研制出用于微创伤外科的基于虚拟现实的手术训练系统。迄今,远程医疗系统在国外大多数用于地域较偏或人员较少的地区,在美国最早应用于为没有可能获得常规医疗服务的人群提供必需的医疗保障,如航天飞机上的宇航员、野战兵等。20 世纪 80 年代后用更低档的设备在更广大的范围内开展远程医疗成为现实。我国自 1995 年起,北京航空航天大学与海军总医院合作,自行开发研制出一种基于神经外科的医疗外科机器人系统 CRAS-BH,对振兴我国远程医疗器械工业作出了贡献。2003 年初,我国第一军医大学宣布完成国内首例女虚拟人的数据采集。首都医科大学对虚拟中国女性数据集实现了高分辨率可视化,上海交通大学进行了对虚拟人体运动建模。^[9]随着各国对远程医疗机器人手术研究投入人力和物力的不断增加,远程手术将能更好地为人类服务,可望出现对远地病人施行

手术的新方案。

4.2 家用机器人远端操控系统

在家用机器人远端操控系统中, 操作者通过网络传达命令给家用机器人, 机器人与家中环境的互动以影像方式经由计算机以及以触感方式经由力回馈摇杆呈现给操作者。通过虚拟环境技术在遥控端建立家中环境的虚拟场景, 产生远端呈现, 使远端操作者获得身处家中的感觉, 力回馈摇杆让操作者同时能感受到机器人与环境接触碰撞所产生的位置与力的互动。操控系统用两轴机器臂来执行物体的搬动和组装等工作。虚拟环境的建立与计算机视觉配合, 用现场实际的数据信息建立更真实即时的远程环境。结合上述软硬件系统, 可建立即时互动的三维虚拟家用机器人远端操控系统。

家用机器人远端操控系统要求机器人能同时处理位置与力的控制策略, 即采取相应的顺应性控制策略, 让机器人能即时面对与环境互动时所产生的位置与力的变化。如果这些变化均需经过网络传给使用者加以处理, 那么回馈控制讯号延迟现象的影响将缓不济急, 必须研究发展相应的顺应性控制策略来处理讯号的延迟。在使用者端发展辅助操控工具, 例如自动避障路径导引、多种视角显示远方环境和根据工作性质辅助使用者操作力回馈操控器等。虚拟环境家用机器人远端操控系统的系统架构与控制流程如图 3 所示:

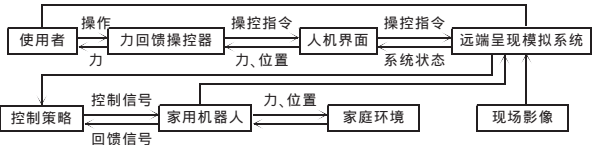


图 3 家用机器人系统架构和控制流程图

4.3 远程空间作业机器人

需要远程遥控机器人的原因之一是远程环境的危险性, 例如爆破现场和战场, 或者不适合于人类工作, 例如太空、外空间、深海和核电等。遥控机器人可以被派去修理宇宙飞船或太空站的外部设施, 清除核垃圾或化学垃圾, 打捞海底物体和获取外星球上的土壤等。目前许多恶劣和危险环境下的作业, 如深海作业、火山口取样作业和太空作业等, 都需要由遥控机器人完成。这些作业一般很复杂, 受机器人技术的限制, 机器人很难自主完成, 需要引入虚拟现实技术。例如, 对于太空和海洋的采矿环境, 利用虚拟现实技术收集太空和海洋的地理环境信息, 建立良好的通讯控制系统和制造实用的采矿机器人。^[10] 这些技术用到了虚拟现实的遥现技术, 实现远程遥控机器人的操作。

近百年来大规模的陆上开采使得陆地浅部资源消耗殆尽, 采矿业的发展趋势是到深部例如海洋甚至太空中开采, 开采环境越来越复杂和危险。虚拟现实技术可以对远程采矿机器人进行前期的指导性研究工作。对于深部开采, 通过地质勘探获取地下相应深度的水文地质条件、地压、地温状况, 利用虚拟现实技术建立相应的虚拟采矿环

境, 采矿工程师对此进行交互式的设计, 得出合适的特殊采矿方法、巷道支护方式、通风方式并确定相应的开采参数。然后通过对采矿作业的模拟确定施工工艺的参数, 并可在这种环境中培训员工对工作方式的适应力, 等到真正进行深部开采的时候, 就可把现有的成果运用到实践中去, 避免实际开采的盲目性。

遥控宇宙空间的开发计划从安全性以及费用的角度考虑, 有必要使用空间机器人。这种空间机器人由地面上的操作员进行遥操作或部分自主操作, 对于故障检修等难以预测的操作有必要依赖于遥操作, 这时虚拟现实技术将发挥重要作用。为了研究新一代空间机器人的遥操作技术, 日本研制了宇宙开发地面实验平台。这种实验平台由机器人系统、计算机系统和人机交互系统构成, 基本功能是进行零件更换等空间机器人的典型操作实验。

5 技术难点

当前世界上已经有许多研究人员从事遥控机器人方面的工作, 有的已经卓有成效, 有的刚刚起步。国际上对这一领域的研究也还局限于水下机器人、机械手、空间飞行器和在陆地上障碍物较少的地面环境中移动的机器人。当前国内的虚拟现实技术在机器人领域的研究刚刚起步, 也还未广泛开展。

实际中虚拟现实技术在遥控机器人研究领域的应用仍存在困难, 还有些问题有待继续研究和解决, 例如:

- 1、时延对系统稳定性和透明性降低的影响。当操作者与现场机器人相距较远如在太空和深海等处作业时, 本地操作者与远地机器人之间存在通讯时延, 将影响感遥控机器人系统正常工作, 造成遥控机器人系统的不稳定性和透明性的降低。随着遥控机器人活动范围的扩大, 通讯时延将加长。
- 2、由于机器人技术本身对环境感知的能力有限, 尤其是视觉领域对环境场景的实时建模技术还不成熟。
- 3、控制系统的稳定、机器人的智能化和更好的实时性都是控制系统中值得研究的问题。
- 4、用时有有限, 机器人位置不断更换, 存在定位误差的问题, 数据传输也存在误码率的问题, 这些都要求对数据传输等作进一步改善。

6 展望

目前已经开发出许多实验性的基于虚拟现实的遥控机器人系统, 随着机器人技术和虚拟现实技术的发展, 遥控机器人技术会随着这些问题的解决得到进一步的完善, 其广阔的应用前景和巨大的开发价值正吸引着越来越多的研究人员投身推动着基于虚拟现实的遥控机器人在信息时代中的发展。

参考文献:

[1][美]William R Sherman. 虚拟现实系统——接口、应
(下转第 53 页)

视频编辑软件或采集卡配备的采集程序,一般都提供采集预览和实时监视视频数据的功能,即在采集之前可以预览采集的效果以调整采集参数(如亮度、对比度、色饱和度等),在采集的时候可以同步监视采集信号源的情况。无论是预览还是采集时同步监视,这个过程都是数字视频的回放,预览时直接把数据送“非编”的显示缓存进行屏幕显示,而同步监视是把采集到的数字视频数据保存成文件的同时把数据往显示缓存中送。由于数字视频的回放要占用较多的系统资源,如果系统资源有限时,采集时的同步监视和预览必然要影响到采集的效果,导致采集时的丢帧。

此外,如果屏幕的显示深度设置很高,如真彩色或 64K 色,则系统要分配更多的资源来作为显示处理用,当然也会影响采集的效果。如果丢帧现象严重,应该把屏幕显示

色彩设置得低一些,并对采集参数进行调整,降低同步预览的质量,甚至关闭屏幕同步监视,这样可以提高采集的效果,减少丢帧。

3 小结

丢帧是影响视频采集品质的一个重要因素。为保证视频采集的质量,提高整个后期制作的效率,应确保非编系统的主机性能与视频采集卡性能要求匹配、视频采集卡与主板及其它组件之间兼容性良好、选择合理的视频编辑软件并运用合理的采集设置;此外还应经常对操作系统进行优化,定期对视频录制设备进行维护和保养,这样才能有效避免丢帧的发生。

(责任编辑:邱维敦)

Frame Drop in Video Capture during Non- linear Editing

LIAO Sen- nian

Abstract: As a basic factor of digital video making, video capture is an important element of non- linear editing. The quality of captured video determines the quality of post- production and frame drop is an important factor which influences video capture. In order to solve the problem of frame drop, the author analyses the properties of hard- wares, the compatibility of boards and the use of software, and brings up measures to avoid frame drop.

Key words: video capture; frame drop; compatibility; capture setting

(上接第 50 页)

用与设计[M]. 魏迎梅,等,译. 北京:电子工业出版社,2004.

[2]张茂军. 虚拟现实系统[M]. 北京:科学出版社,2001.

[3]杨磊,何克忠,郭木河,等. 虚拟现实技术在机器人技术中的应用与展望[J]. 机器人,1998,20(1):76-80.

[4]姜学智,李忠华. 国内外虚拟现实技术的研究现状[J]. 辽宁工程技术大学学报,2004,23(2):238-240.

[5]周晓晶. 遥操作机器人系统中虚拟环境的构建[J]. 现代电子技术,2006,19:73-75.

[6]马吉飞,孙静. 虚拟现实技术在现代医学中的应用[J]. 天津农学院学报,2002,9(4):50-53.

[7]Xie Xiaohui, Sun Lining, Du Zhijiang, Cai Hega. A robotic tele.drill system over network using predictive dis-

play[J]. HIGH TECHNOLOGY LETTERS,2006,12(1):42-46.

[8]王海英,张礼勇,张永德. 基于虚拟现实技术的排牙机器人应用研究[J]. 哈尔滨商业大学学报,2005,21(1):54-56.

[9]邹湘军,孙健. 虚拟现实技术的演变发展与展望[J]. 系统仿真学报,2004,16(9):1905-1909.

[10]吕德生,洪炳熔,唐好选,等. 基于 VR 预显示的月球机器人遥操作仿真系统[J]. 燕山大学学报,2005,29(4):337-340.

[11]赵杰,高胜,闫继宏,等. 基于虚拟向导的多操作者多机器人遥操作系统[J]. 哈尔滨工业大学学报,2005,37(1):5-9.

(责任编辑:邱维敦)

Applying Virtual Reality to Tele- controlled Robot

XUE Han, MA Hong- xu

Abstract: Virtual reality technologies whose origin and development have profited from the robot technology, provide powerful techniques for the robot technology. The technical principium, systematic structure, development platform and current mainstream methods of the robot technology based on virtual reality are analyzed. Medical surgery controlled by remote robots, far- end operation system for household robots and robots operated in long- range space are illustrated. Finally, solved and unsolved problems in this area are presented.

Key words: virtual reality; robot; remote control; emulation