

虚拟坐标测量机构成和实现方法^{*}

黄庆成¹ 车仁生¹ 史艳霞²

(1 哈尔滨工业大学精密仪器系及测控系 哈尔滨 150001)

(2 哈尔滨电缆厂 哈尔滨 150020)

摘要 三坐标测量机以精密机械为基础,综合应用了光学、电子、计算机等先进技术,使其成为一种先进精密的测试仪器。本文简要地介绍了传统三坐标测量机发展的现状,结合虚拟现实技术,提出了三坐标测量机的一个新的发展方向——虚拟坐标测量机(VCM),同时阐述了虚拟坐标测量机的概念、组成和实现方法,并说明了活动桥式虚拟坐标测量机的运行环境。

关键词 虚拟测量 测量仪器 坐标测量机

1 引言

三坐标测量机自1959年问世以来,经过近三十年的发展,已广泛地应用于三维复杂零件的尺寸、形状和相互位置的高准确度测量,以及实物模型数字化和在线质量控制等领域。目前,世界上生产坐标测量机的厂商已超过50家,品种规格已达300种以上,全世界拥有2万台以上,我国也拥有400台以上。坐标测量机的万能性强,自动化程度高,成为现代化工业生产、科学研究必不可少的精密测量仪器^[1]。

进入80年代,随着柔性制造系统(FMS)和计算机集成制造系统(CIMS)的发展,坐标测量机被集成入FMS和CIMS系统中,成为现代先进制造中质量保证和测量信息反馈的重要组成部分,从而扩大了坐标测量机的应用范围。随后,国内外一些大专院校和科研单位围绕CAD、CAM和CMM集成问题进行了大量工作,并取得了一系列成果。

近几年,快速设计制造与虚拟现实技术的成熟,推动了虚拟制造技术的发展。在虚拟现实硬件中,在市场上已有各式各样的立体眼镜,头盔显示器,数据手套等^[2],1995年Deneb Robotics公司推出了在虚拟设计制造方面的代表性软件产品虚拟数控机床(Virtual NC)^[3],说明虚拟制造技术进入一个新的历史阶段。然而,作为现代生产和制造系统中不可缺少的坐标

^{*} 国家自然科学基金资助项目(59775086)

测量技术的研究却远远落在后面,由此可见,在虚拟环境下,虚拟坐标测量机的研究是虚拟制造技术发展的需要,虚拟坐标测量机的出现,不但开辟了坐标测量技术的一个新的研究领域,而且必将成为虚拟制造系统中的一个十分重要的组成部分。

2 虚拟坐标测量机的概念

传统三坐标测量机的制造和应用技术已相当成熟,为虚拟三坐标测量机的产生奠定了基础,虚拟坐标测量机是坐标测量技术与虚拟现实技术的有机结合。虚拟现实技术产生于三维计算机动态图形学的成就,是一种完全新型的人机界面形式。虚拟现实是一种可以创建和体验虚拟世界(virtual world)的计算机系统。虚拟世界是全体虚拟环境(virtual environment)或给定仿真对象的全体。虚拟环境是由计算机生成的,通过视、听、触觉等作用作用于用户,使之产生身临其境的感觉的交互视景仿真^[4]。虚拟现实产生后,迅速进入娱乐、训练、演示和设计制造等应用领域。

所谓虚拟坐标测量机(VCMM),实际上是一个以制造技术为背景,以几何量测量为对象,在虚拟坐标测量机开发环境中由用户生成的虚拟几何测量系统。虚拟坐标测量机是一种没有真实量仪实体,但却有实际量仪感觉和功能的坐标测量机,它是一种建立在虚拟现实或虚拟环境科学基础上的,集量仪设计理论、计算机辅助设计、计算机辅助测量、计算机辅助检测规划和测量过程建模与仿真技术等于一体的,以个人计算机或工作站为母体、以软件为主的一个计算机空间。在这个人造现实空间里,用户可以根据自己的需求来建造所需的各种坐标测量机和运行环境,所生成的坐标测量机可用于测量工件、功能演示和教学培训等。

3 虚拟坐标测量机的组成模块

虚拟坐标测量机的功能框图如图 1 所示,各模块的功能简介如下:

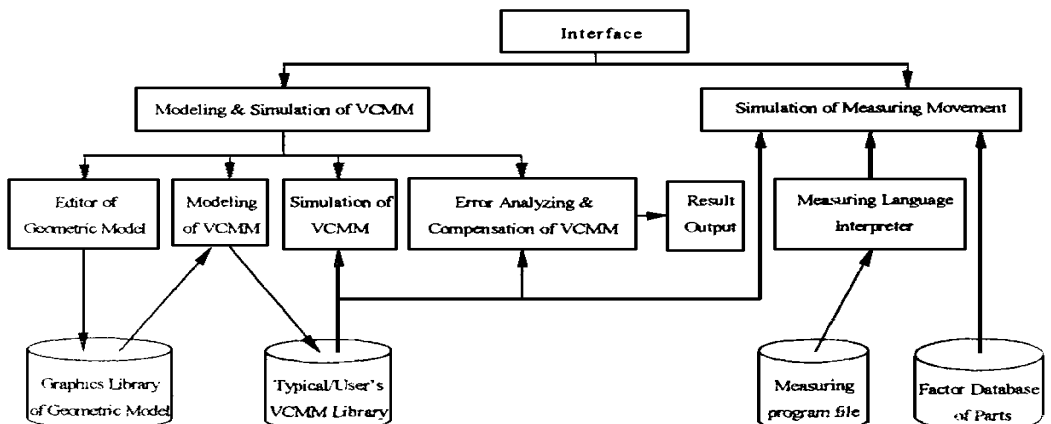


Fig. 1 Block diagram of Virtual Coordinate Measuring Machine (VCMM)

1) 几何单元模型编辑模块: 该模块完成典型坐标测量机机械结构分解后,各单元结构的三

维几何建模和编辑, 形成虚拟坐标测量机的几何单元模型图形库。

2) VCMM 建模模块: 该模块根据虚拟坐标测量机的几何单元模型图形库中的坐标测量机机械单元结构三维几何图形, 对虚拟坐标测量机进行几何建模和运动建模, 通过装配形成用户自己的虚拟坐标测量机。

3) VCMM 仿真模块: 该模块使用典型的或用户自己建立的虚拟坐标测量机在计算机开发环境中对真实坐标测量机的机械结构、运动过程、测量原理等进行仿真, 运行该模块可对坐标测量机的测量原理等进行演示或训练等。

4) VCMM 误差分析和补偿模块: 该模块实现在标准环境中坐标测量机本身的机械结构运动带来的误差进行分析, 以便在测量过程中对环境变化引起的误差和机械运动带来的误差进行补偿, 该模块根据需要可输出测量空间中任何一点的 X 、 Y 、 Z 的坐标误差。

5) VCMM 测量语言解释器模块: 该模块完成测量程序文件中运动和测量语句的解释翻译, 以便虚拟坐标测量机进行测量运动过程的仿真。

6) VCMM 测量运动过程仿真模块: 该模块运用典型的或用户自己开发的虚拟坐标测量机, 根据测量语言解释器对测量运动命令文件的解释和被测零件的标准几何要素模型参数, 对测量过程进行物理建模和运动建模, 实现碰撞识别和测量路径自动规划, 对整个测量的运动过程进行仿真。

4 虚拟坐标测量机的实现方法

虚拟坐标测量机的建立, 需对坐标测量机和测量过程进行建模和仿真, 一方面, 可为坐标测量机用户提供一个 VCMM 的快速建模方法, 另一方面, 在计算机上对被测零件的可测量性、测量不确定度和测量结果的工艺特征(即反馈信息)进行分析、验证和评估, 为产品的并行设计、虚拟制造选择最佳坐标测量方案和提供反馈信息。虚拟坐标测量机开发过程中, 工作量较大的部分是坐标测量机各个结构部件的三维图形表示, 因而笔者提供两种方法可完成三维图形的快速建模:

(1) 利用 OpenGL 提供的图元绘制函数, 通过构造几何图元把坐标测量机机械结构部件或中件的各个表面顶点坐标、法向量和颜色用数组表示出来, 再利用 OpenGL 的显示列表技术在内存中创建显示列表, 执行和管理显示列表就可以完成虚拟坐标测量机的三维图形建模和显示。

(2) 对于复杂结构部分, 可以在 3DS 或 AutoCAD 开发环境中完成三维立体图形的建模, 再通过转换软件把三维立体图形转化成 OpenGL 可操作的函数。

图 2 是我们综合运用上述两种方法在 PC

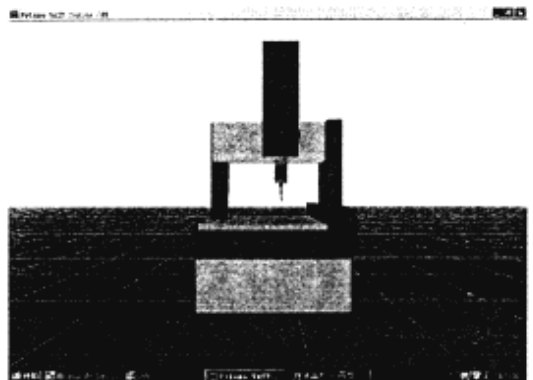


Fig. 2 Moving Bridge Virtual Coordinate Measuring Machine

计算机上,在 Windows95TM或 WindowsNT 4.0 环境下使用 OpenGL 库,利用 Visual C++ 4.0 开发平台完成的活动桥式虚拟坐标测量机的实体模型。

5 结 论

虚拟坐标测量机是对传统坐标测量概念的重大突破,代表着新一代测试技术和测试设备的发展方向,因为它支持“并行工程”、“反向工程”和“虚拟制造”。虚拟坐标测量机的产生,丰富和发展了虚拟现实技术,促进了虚拟现实技术与测量技术的结合,并成为虚拟制造中的一个重要组成部分。

参 考 文 献

- 1 曹麟祥,汪慰军. 三坐标测量机的现状、发展与未来. 宇航计测技术, 1996, 16(2)
- 2 QUALIX DIRECT Cop. Silicon Graphics. U S Issue, Spring 1996
- 3 Deneb Robotics Inc. ENVISION, IGRIP, Virtual NC, QU EST, TELEGRIP, UltraArc, UltraPaint, UltraSpot, 1995
- 4 汪成为,高文,王行仁. 灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用. 北京:清华大学出版社,广西科学技术出版社,1997

The Construction and Building Method of Virtual Coordinate Measuring Machines

HUANG Qing-Cheng¹, CHE Ren-Sheng¹, SHI Yan-Xia

(1 Dept. of Precision Instruments Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

(Harbin Cable Works, Harbin 150020)

Abstract

On the basis of precision machinery, advanced technique of optics, electronics, computer etc. is synthetically applied to traditional Coordinate Measuring Machine(CMM) which is a advanced precision measuring equipment. On introducing the development of CMMs, this paper proposes a new concept—Virtual Coordinate Measuring Machine (VCMM) in application of virtual reality, expounds the concept, construction and building method of VCMM, describes the running environment of moving bridge VCMM.

Key words: Virtual measurement, Measuring equipment, CMM

黄庆成 男, 1965 年 4 月生, 博士研究生, 助理研究员, 主要从事智能量仪和测控技术