

用于微细作业系统的立体成像技术研究

陈平¹, 姜成山², 章云¹, 杨宜民¹

(1. 广东工业大学自动化研究所, 广东 广州 510090;

2. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要:微细作业系统进行三维精细操作, 要求能够实时显示微操作的动态过程。本文分析了立体成像的技术状况, 确立了模拟式立体成像方案, 提出了解决立体成像技术的软、硬件方法。通过体视显微镜加上两路 CCD 视频信号模拟人的双眼, 经过同步控制器的处理后, 实现了立体视频的合成。实验结果表明本方案是切实可行的。

关键词:微细作业系统; 立体成像; 同步控制器

中图分类号: TP391.4 文献标识码: A

1 引言

微米/纳米技术是面向 21 世纪的军民两用技术。自从 1959 年 Richard 提出微型机械的设想以来, 微型传感器、微型齿轮、微型电机等微型机械相继问世并在微型照相机等产品中得到应用。在这些微型零件的加工过程中, 材料位置的改变、传送、装卸等都需要进行高精度的微细作业。如今, 除了能制造出这些分立的微型机械(1mm 以下)之外, 科学家们更希望将之组成一个微机电系统(MEMS), 这样进行微装配作业是必不可少的。另一方面, 在医学、生物学, 特别是动植物基因工程、农产品品种改良等领域, 也急需完成诸如细胞融合、基因注射等精细操作。

微细作业系统因在 MEMS、医学、生物学等技术领域所具有的广阔应用前景而日益受到重视。一个基本的微细作业系统包括以下几个方面: 高倍率、高分辨率的显微视觉子系统; 二个自由度以上的高精度、大范围运动的作业平台子系统; 适合于微小物体操作的微操作器子系统。

对于显微视觉子系统, 目前的研究还不深入。当操作对象在 1mm 以下时, 借助显微镜来实现对操作对象的观察和操作过程的监视是必然的途径。现今, 国内外大部分微细作业都是直接在显微镜下进行的。这样容易使操作员产生疲劳, 引起差

错, 导致低的工作效率; 而且操作员也需要较长的时间才能比较熟练地适应这种操作。有些显微装置中装有一路成像装置, 得到一个平面图像, 远远达不到微细作业的要求。因此, 对微小图像进行显微放大、立体成像及相关的图像处理, 使操作员脱离显微镜进行操作, 是微细作业系统中一个亟待解决的关键问题^[1-3]。

2 微细作业系统中立体成像技术^[4]

立体成像技术最早用于立体电影和立体电视, 它的原理是以人眼的立体视觉为依据的。生理光学和视觉实验表明, 人用双眼或单眼观看空间景物时, 都能分辨物体的前后深度, 具有一定的立体感, 只不过辨别程度有所不同。单眼立体视觉因素主要来源于睫状肌的张弛程度, 大脑依据睫状肌的张弛程度感知物体距离的远近。双眼立体视觉因素主要来源于双眼视差, 由于左、右眼视网膜成像的差异使大脑感知物体的远近。

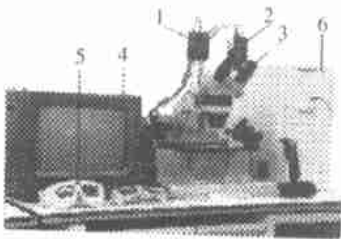
如今, 由于光学、材料以及计算机技术的发展人们已成功开发出多种立体成像技术。应用于微细作业系统中的立体成像系统要求能够实时地显示微操作的动态过程。透镜板三维成像和全息照相术适用于静态图像的摄取和显示; 三维自立体图像显示技术也仅适用于单幅图像, 且立体融合困难, 一部分人不能观察到立体像。这三种技术均

不适于动态成像,因此无法在微操作系统中应用。投影式三维显示需要多台放映机,并且由于最佳观察位置与放映机位置一致,所以必须用一个半反透镜来观察投影像,不适于实时显示,故也不能用于微操作系统。目前图像传感器主要采用 CCD,用它模拟单眼立体视觉是比较困难的。因此,采用 2 路 CCD 同时获取图像来模拟双眼视觉立体视觉是当前切实可行之路。

3 模拟式分时立体成像技术

3.1 模拟式分时立体成像原理

微细作业系统如图 1 所示。图 2 为模拟式分时立体成像原理图。CCD1(摄像机、图像传感器)和 CCD2 用来模拟人的双眼。切换开关在同步信号控制下,将两路 CCD 视频信号组成一路,并送到监视器。此时,如果直接观看,将在监视器看到重叠的图像,为了观看到立体图像,需配置立体眼镜,并在同步信号的控制下,使左眼镜只接收 CCD1 的信号,右眼镜只接收 CCD2 的信号。这样,在人的双眼观看下不会是重叠的图像,而是有立体感的图像。整个过程中,一部分时间只是左眼看,另一部分时间是右眼看,因此是分时立体成像。图 3 是这个原理的时序图。



1. Left CCD 2. Right CCD 3. Microscope
4. Monitor 5. Stereo glasses 6. Controller

Fig. 1 Three-dimension imaging setup of micro-operation system

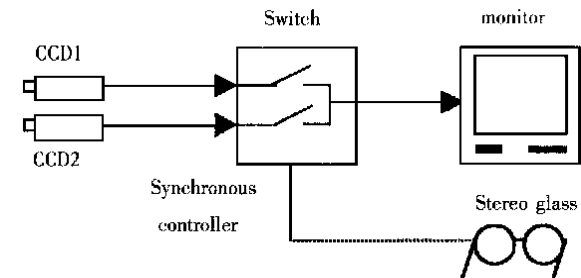
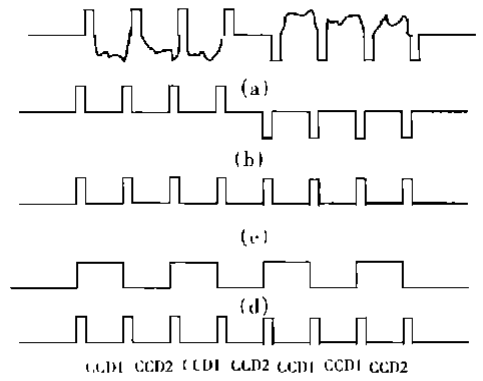


Fig. 2 Scheme of simulative three-dimension imaging



(a) Signal of CCD1 (b) Signal of composite synchronization (c) Signal of vertical synchronization (d) Signal controlling odd-even field (e) Signal of Stereo video frequency

Fig. 3 Schedule of time-sharing three-dimension imaging

将复合同步信号输出给 CCD2,实现两路视频信号的同步。每一垂直同步信号的下降沿,选择另外的一路 CCD 信号,实现立体视频信号的合成。

3.2 硬件方案

图 4 是硬件方案示意图。将一路视频信号 CCD1 送入同步分离器,同步分离器从中抽取复合同步信号、帧同步信号、奇/偶场同步信号。复合同步信号送至 CCD2,以使两个 CCD 同步工作,其余同步信号送入 DSP,经 DSP 处理后送至视频切换器以产生所需要的立体视频信号。同时,经 DSP 处理后的该同步信号还送入眼镜同步器,使眼镜与立体眼镜视频信号同步,这样便可观看到立体图像。

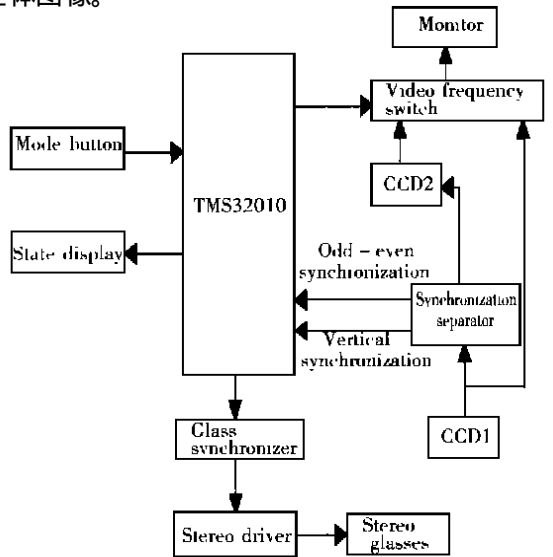


Fig. 4 Scheme of the hardware for three-dimension imaging

工作时,可以通过按钮设置系统的工作方式,并由指示灯予以表示。

3.3 软件设计

主程序流程如图 5 所示,主要完成以下四种工作方式:方式一,无同步信号,同时禁止垂直同步中断,禁止外同步中断,将 CCD1 切换到视频输出端;方式二,无同步信号,同时禁止垂直同步中断,禁止外同步中断,将 CCD2 切换到视频输出端;方式三,使用同步信号,允许垂直同步中断,将 CCD1 奇数帧+ CCD2 偶数帧切换到视频输出端,同时禁止外同步中断,左、右眼镜的开、关受垂直

同步信号的控制;方式四,使用同步信号,允许垂直同步中断,将 CCD1 奇数帧+ CCD2 偶数帧切换到视频输出端,同时允许外同步中断,左、右眼镜的开、关受外同步信号的控制。

垂直同步中断服务完成以下任务:由同步分离器发同步信号给 CCD2,并将 CCD1 奇数帧+ CCD2 偶数帧切换到视频输出端。

外同步中断服务完成以下任务:由输入的外同步信号经处理后给立体眼镜,分时控制左、右眼镜的开、关。

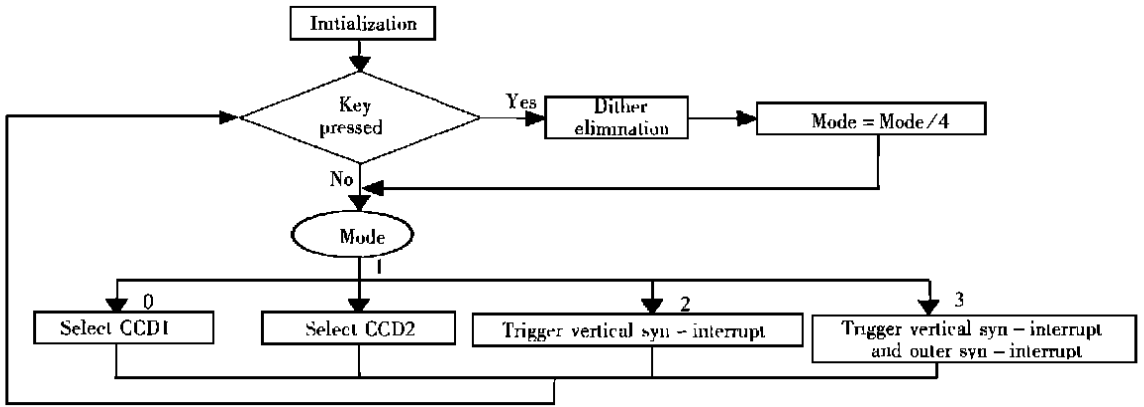


Fig.5 Flow chart of the main program

4 结 语

立体成像技术是微细作业系统中必须解决的关键问题。本文提出的基于 DSP 模拟式立体成像

方案通过实验证明,立体视觉明显,切实可行。这无疑为微细作业系统的整体研制工作奠定了良好的基础,同时,对整个微观领域的相关研究都有极大的推动作用。

参考文献:

[1] 蔡鹤泉. 微操作机器人系统发展现状. 中国第五届机器人学术会议论文集[C]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1997. 32.

[2] 杨宜民. 微细作业系统的现状、构成及其应用[J]. 机器人, 1998, 20(1): 32.

[3] Section X. Micro Systems Technology. The Industrial Electronics Handbook[M]. New York: IEEE Press, 1997. 1468- 1591.

[4] Koyano K, Sato T. Micro object handling system with concentrated visual fields and new handling skills[J]. Proc. SPIE, Microrobotics, Components and Applications, 1996, 2906: 130- 140.

Three-dimensional imaging in micro-operation system

CHEN Ping¹, JIANG Cheng-shan², ZHANG Yun¹, YANG Yi-min¹

(1. *Automation Institute, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China;*

2. *Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China)*

Abstract: Micro-operation system for 3D fine manipulation is required to show the real-time information of micro-operation. Based on the analysis by the methods of three-dimension imaging, the method of simulative imaging was selected. Then the software and hardware projects were described. The authors apply the stereomicroscope and two CCD to simulate the eyes of human beings. The stereo video frequency signal was composed through the process of synchronous controller. The experimental result shows that the proposed method is effective.

Key words: micro-operation system; three-dimensional imaging; synchronous controller

作者简介: 陈 平(1972-),男,湖南新化人。计算机助理工程师,硕士。1994年毕业于北京信息工程学院,获学士学位。毕业后在玉柴机器集团公司企业管理部信息中心工作,1997年考入广东工业大学攻读控制理论与控制工程硕士学位,主要从事闭路监控系统的研究。