

一种双目分时显微立体成像系统的研制

于波 王立鼎

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 微操作系统进行三维精细操作, 要求视觉传感器输出立体感较强的图像。本文在论述立体成像发展概况和基本原理的基础上, 应用双目分时多路显示技术, 设计和研制了微操作系统中的显微立体成像系统, 并指出该系统的优点和不足。

关键词: 显微立体成像; 双目分时多路显示; 立体视差; 微操作系统

1 引言

微电子机械中的微操作系统是一种以微机械要素单元技术为基础并具有操作功能的微电子机械实验系统。它完成微米尺度下的各种操作, 大体由驱动器、执行器、传感器、宏微接口和控制单元组成。其中, 传感器是微观世界向宏观世界传递信息的通道。由于人们依赖视觉获取外部世界的绝大部分信息, 所以视觉传感器在微操作系统中担当着重要的角色。

目前, 在微操作系统中应用广泛的视觉传感器是显微镜和 CCD。显微镜通常为普通光学显微镜或体视显微镜。普通光学显微镜有较高的放大倍率, 能分辨出被观察物体的细节, 但由于只有一条光路, 因此呈现在眼前的是缺乏立体感的平面图像; 体视显微镜有两条光路, 可以观察到物体的立体像, 但由于结构复杂放大倍率不能做得很高, 而且它只能供一个人观察, 时间长了容易疲劳; 将 CCD 与显微物镜对接, 可以把图像显示在监视器上, 但这也是平面图像, 缺乏深度信息。微操作系统进行空间的三维操作, 希望视觉传感器输出立体图像。因此, 将立体成像技术应用于微操作系统, 显得十分必要。

本文介绍了双目立体成像的发展概况及基本原理, 作者应用双目分时多路显示技术, 研制了用于微操作系统中的显微立体成像系统, 并对实施中的优点及不足做了讨论。

2 双目立体成像的发展概况及基本原理

光学、材料、电子以及计算机技术的发展推动着立体成像技术的进步。近期研究活跃的立体成像技术主要有^[1]: 1) 透镜板三维成像; 2) 投影式三维显示; 3) 全息照相术; 4) 双目三维立体成像; 5) 三维自立体图像显示技术。

应用于微操作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, 并且立体融合困难, 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使用。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半透镜来观看投影像, 不适于实时显示, 故也不能用于微操作系统。

借助于双目效应的双目立体成像技术, 可以用于实时显示。

双目效应之所以使人产生立体感觉, 是由于人的双眼有6~7 cm 的距离。当双眼同时观看同一物体时, 就会在两只眼睛的视网膜上, 留下稍有差异的两个不同的物像。这种差别称作“立体视差”。立体视差经视觉神经传给大脑。同时, 在观察远近大小的物体的过程中, 眼球还要转动, 调节两眼视轴会聚角度的大小和对物体进行扫描观察。这些观察过程中得到的空间视觉信息, 再加上人们观察客观物体的经验, 一起反映给大脑, 产生了对物体的立体感觉。

可见, 在双眼中形成“立体视差”信息是获得立体感的必要条件。双目分时立体成像系统为获得立体视差信号, 用两台摄像机模仿人的双眼, 从左、右不同角度同时摄像, 记录下使人产生立体感的信号。并将这两路信号经过一定的组合, 显示在一台监视器上。再采用特定技术(比如戴某种特殊眼镜), 使观察者的两眼分别看到左、右两幅图像, 经过大脑的融合, 产生立体感。

双目立体成像技术根据左、右两幅图像是否同时显示, 分为时间并行显示技术和分时多路显示技术。

双目时间并行显示技术实际上是一种空间多路复用成像技术^[2]。其左、右图像的像元在空间上交替地分布在同一幅图像中, 形成空间多路复用图像。图像表面覆盖着微偏振片阵列, 该阵列上交替分布着与多路复用图像像元一一对应的正交偏振态为 P_1 、 P_2 的两种微偏振元(如 P_1 对应左像元, P_2 对应右像元)。佩带上偏振眼镜(左眼 P_1 、右眼 P_2) 后, 观察者便能用左眼只能看到左图像, 右眼只能看到右图像, 经大脑融合, 产生立体感。这种立体成像技术适用于微操作系统, 只是其关键元件——微偏振片阵列制作困难、价格昂贵。

双目分时多路显示技术已经成功应用于立体电视系统。1990年, 日本 NHK 科技研究实验室设计了无闪烁分时立体电视系统^[3]。该系统用两台摄像机从左、右同时摄取图像, 并将其交替显示在监视器上。观众佩戴液晶开关眼镜, 由同步信号控制, 使左右眼分别接收左右图像。这种立体电视系统所采用的双目分时多路显示技术能够实现实时动态显示, 并且结构简单, 适用于微操作系统。

综上所述, 根据微操作系统对显微成像的要求以及各项立体成像技术的适用范围, 同时考虑经济条件, 我们应用双目分时多路显示技术, 设计微操作系统的显微立体成像系统。

3 双目分时显微立体成像系统的设计与实现

3.1 设计构思

双目分时显微立体成像系统由体视显微镜、CCD、监视器和控制电路构成,基本框图如图1。与体视显微镜的物镜相接的两台 CCD 摄像机分别从左右不同视角同时摄取微操作过程的图像。视频控制器将左 CCD 的奇数场与右 CCD 的偶数场合为一帧。显示时,屏幕上在每一帧时间内交替出现奇偶两场的图像。视频控制器产生场同步信号,驱动液晶眼镜,使左镜片只在奇数场透光,右镜片只在偶数场透光。这样,观察者的左眼只能看到左图像,右眼只能看到右图像,左右图像依次交替进入大脑,融合成有立体感的图像。

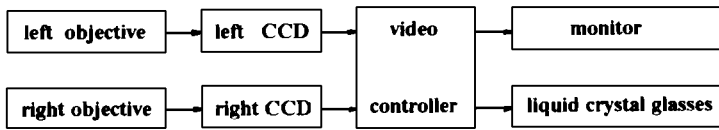


Fig. 1 Diagram of the binocular field sequential stereo microscopic imaging system

3.2 系统的实现

双目分时显微立体成像系统的结构如图2。

系统的显微镜选用长春光机

所电子光学仪器厂生产的 SMZ-3A 型高分辨率体视显微镜,其最小工作距离 29 mm,物镜 0.75-4.5 \times 连续变倍,总放大倍率 3.75—270 \times 。

CCD 摄像机选用台湾 Mintron 公司的 MTV-1881,监视器为 PIH-12 型 12 黑白监视器。CCD 和监视器系统的放大率约 43—45 \times ,与物镜组合后的总放大倍率约为 16—400 \times ,满足微操作系统对于观测的要求。

液晶眼镜及驱动器选用天津三维显示技术有限公司的立体电视成像装置。

视频控制器由视频多路转换器 MAX464 和同步控制器组成。MAX464 负责把左 CCD 的奇场和右 CCD 的偶场合成新的一帧,同步控制器由自行研制,它产生复合同步信号,使两台 CCD 同步工作,并且产生场同步信号。一方面送给 MAX464,作为视频转换选通信号,另一方面送给液晶眼镜驱动器,作为左右镜片开关的选通信号。

3.3 实验和讨论

双目分时立体显微成像系统装调后,以硬币为对象做了实验。屏幕上观察到的硬币表面的五角星、齿轮、麦穗等浮雕有较强的立体感,但有轻微的闪烁现象。

受时间和经费制约,本系统选用 625 行/50 Hz 的标准 CCD 和监视器。由于分时显示,带来两个问题:第一,对于每只眼睛,帧频比原来降低了一半,50 Hz 降至 25 Hz,根据人的视觉惰

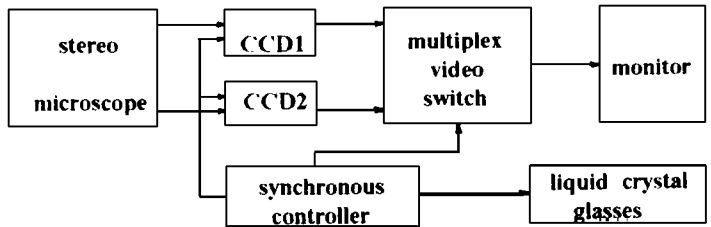


Fig. 2 Architecture of the binocular field sequential stereo microscopic imaging system

性, 帧频须在48 Hz 以上才感觉不到闪烁, 因此, 分时显示带来闪烁, 上述实验已证实了这一点; 第二, 分时显示利用了隔行扫描体制, 原来奇场加偶场显示一幅图像, 分时要显示两幅图像, 垂直分辨率下降了一半。这两个问题是由于硬件限制所致。要从根本改善, 只有使用高帧频 CCD 和监视器。

该系统是由模拟电路组成的, 原理清晰, 结构简单, 造价低廉, 易于实现和调试, 是适合微观操作和观测的实用的视觉传感系统。

此外, 系统提供了左右显微图像, 在此基础上, 可以应用数字图像处理技术, 改善图像质量, 进行立体视觉计算, 使之更适合于人眼观察, 增强立体感。

参 考 文 献

- [1] 丁明跃, 杨丽霞. 三维立体成像及其应用. 电子学报, 1995, 23(10): 124 ~ 126
- [2] Faris Sadeg M, Novel 3- D Stereoscopic Imaging Technology. Proc SPIE, 1994, 2177: 180 ~ 195
- [3] Haruo Isono, Minoru Yasuda. Flicker-free Field-sequential Stereoscopic TV System and Measurement of Human Depth Perception. SMPTE, 1990, (2): 136 ~ 141
- [4] 王致诚. 立体电视技术的发展. 电视技术. 1991, (5): 57 ~ 58

Development of a Binocular Field Sequential Stereo Microscopic Imaging System

Yu Bo, Wang Liding

(Changchun Institue of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

Micromanipulation system does 3-D fine manipulation. Therefore the visual sensor must provide stereoscopic image. Based on the discussion of the fundamental and development of stereoscopic imaging, the author of this paper applies the binocular field sequential display technique to the design and implementation of a stereo microscopic imaging system used in a micromanipulation system. The advantages and disadvantages of the system are also pointed out.

Keywords: Stereo microscopic imaging, Binocular field sequential display, Stereo disparity, Micromanipulation

于 波 男, 生于1971年1月, 1993年7月毕业于吉林工业大学电子工程系, 获学士学位; 1993年9月进入中科院长春光机所攻读硕士学位, 1995年3月被推荐提前攻读博士学位, 主要从事微观图像的处理与显示。