

文章编号: 0253-2239(2001)05-0571-03

# 脑磁共振成像断层组合全息技术的研究\*

刘 守 张向苏 郭怀梅 任畅雪  
(厦门大学物理系, 厦门 361005)

**摘要:** 采用激光全息分层分区二步法, 将一组磁共振成像片按不同层次组合成一张全息图, 可在普通白炽灯下观察到清晰的三维层析透射图, 以辅助医师准确、迅速地判断出患病部位的情况和位置。

**关键词:** 磁共振成像片; 断层组合储存; 全息图; 三维透视图

中图分类号: TB877 文献标识码: A

## 1 引 言

人体各部位是三维结构, 但在作影像诊断时拍下的却是一组二维断层灰度片。它是由 X 射线计算机断层成像(CT)或磁共振成像(MRI)获得的。医生诊断时必须综合多层照片, 经思维整理在自己的头脑中形成三维“虚像”<sup>[1]</sup>, 估计出病灶的位置, 才能进行临床诊断和制定手术计划。然而这一结果并不十分可靠, 且对于非专业医生、特别是术者理解较为困难。近年来由于计算机软件的开发, 出现了一种“三维计算机断层成像”, 它是通过界面各部位亮度的差异, 给人以立体的感觉。但这只是类似人物素描肖像的效果, 不是真正的三维图像。

在光全息领域, 人们早就提出用全息方法可获得人体某部位结构的三维透视图象的设想, 但一直未在实验上获得成功。原因是:

1) 试图用多次曝光法<sup>[2]</sup>在一张全息版上记录多层扫描照片, 以获得图像的深度。由于记录介质经多次曝光后衍射效率成指数下降, 使图像质量无法保证。

2) 有人提出窄条记录法<sup>[3]</sup>, 此方法能克服衍射效率下降的问题, 但全息图必须用激光重现。长期以来没有人对此方法进行技术上的研究。

本工作采用全息术分层分区二步法来实现头颅磁共振成像片的断层组合。第一步将一组磁共振成像片中的每一张按原来的间隔和次序记录在全息版的不同区域而形成一张菲涅耳全息图  $H_1$ , 然后在激光光路系统中重现  $H_1$  而获得实像, 进行第二次记

录。从而得到可在普通白炽灯下观察的一组清晰、深度感强、且各个断面之间互不干扰的三维透视图象。

## 2 实验方法和结果

本实验所用的激光器为国产的 633 nm He-Ne 激光器。全息记录版为天津 J 型干版。实验采用了两个人脑的二维磁共振成像片。其中一组是正常人脑的  $T_1$  加权像, 横断面, 由 8 个层次 8 张  $T_1$  加权像组成。另一组是长有脑膜瘤人脑的  $T_1$  加权像, 冠状面, 由 4 个层次 4 张  $T_1$  加权像组成。

第一步是将这两组磁共振成像片各制一张菲涅耳全息图  $H_1$ , 记录光路系统如图 1 所示。

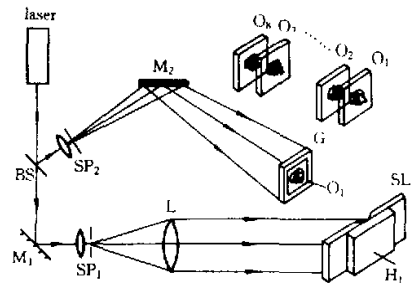


Fig. 1 First-step optical arrangement for recording 3-D multiplexed-depth hologram

从激光器出射的光束经可调分光镜 BS 后, 其中一束经反射镜  $M_1$  和空间滤波器  $SP_1$ , 再经准直镜 L 准直后作为参考光到达记录介质  $H_1$ ; 另一束经空间滤波器 SP 和反射镜 M 后, 投射于作为信息载波的漫射屏 G 上, 待记录的磁共振成像片紧贴于漫射屏上, 从物体  $O_1$  漫射出来的光作为物光到达  $H_1$  与参

\* 福建省自然科学基金(F97004)资助项目。

收稿日期: 1999-11-17; 收到修改稿日期: 2000-03-20

考光干涉,  $H_1$  前放置一个宽度为 4 mm 的可平移狭缝。实际操作时, 漫射屏置于一复位架上, 复位架固定于一垂直移动的光机座轨道上。每次曝光后, 就沿光轴向后(或向前)移动与每张磁共振成像平扫的实际间距相同的距离(若图像缩小, 间距也按比例缩小), 然后换上另一张照片进行曝光。每曝光一次,  $H_1$  前的狭缝也相应移动(4 mm)一次。这样, 每层次的磁共振成像片依次记录于  $H_1$  的相邻区间。记录完的  $H_1$  经显影、漂白处理后就是一张菲涅耳全息图。

第二步记录的光路系统如图 2 所示。

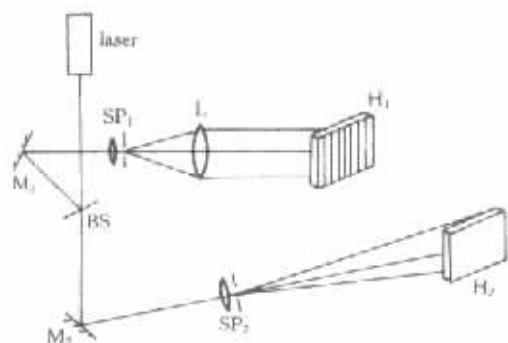


Fig. 2 Second-step optical arrangement for recording 3-D multiplexed-depth hologram

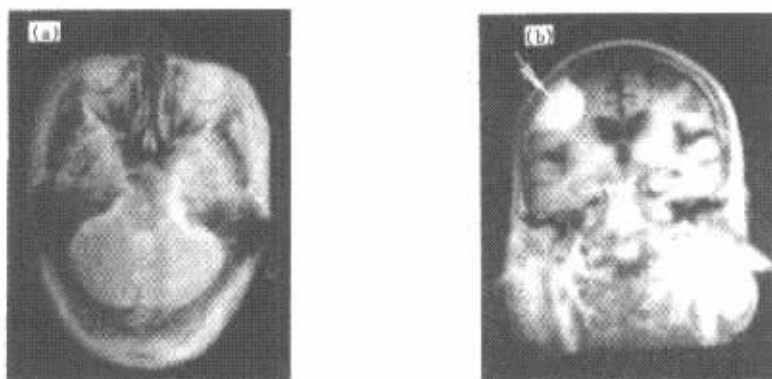


Fig. 3 Black and white photographs taken from two MRI multiplexed-depth holograms

显然, 本方法的研究具有一定的实用性, 其最大优点是: 1) 记录  $H_1$  时各层独立曝光, 所以保证衍射效率最高且互不干扰; 2) 第二次记录一次曝光完成, 保证了重现像的衍射效率和清晰度, 且各层重现像的颜色略有不同, 有助于分辨前后差别。此现象是由于  $H_1$  各小区的重现实像相对于参考光的夹角略有不同所致<sup>[4]</sup>, 有助于分辨前后差别。

### 3 讨 论

对于  $H_1$  总宽度<sup>[5]</sup>和各区域宽度的选择上<sup>[6]</sup>有人曾经进行了详细的理论计算。本实验结果与理论

激光束经分光镜 BS 分光后, 其中一束经反射镜  $M_1$  和空间滤波器  $SP_1$ , 并经准直镜 L 准直后, 作为  $H_1$  的重现光, 其照射方向必须与图 1 中  $H_1$  的参考光共轭。由  $H_1$  重现的实像作为第二次记录的物光到达记录介质  $H_2$  上。另一束光经过反射镜  $M_2$  和空间滤波器  $SP_2$ , 作为参考光入射到  $H_2$  与物光干涉而记录下这个干涉场。 $H_2$  经显影、漂白处理后, 在普通灯泡下就可观察到清晰、深度感强、各层次之间图像互不干扰的三维层析图。

实验结果如图 3 照片所示。这是实验中所得到的两张全息图在 15 W 白炽灯下重现后用普通照相机拍摄下的黑白照片。图 3(a) 是正常人的颅脑, 是由 8 张 8 层扫描的横断面、 $T_1$  加权像的磁共振成像片组成的全息图重现照片。最深一层离全息图版表面有 4.5 cm, 重现像每一层都十分清晰, 从前到后每一层色彩略微有偏移。全息图像整体呈现出一个层析人脑透视图。图 3(b) 是长有脑膜瘤的颅脑, 是由 4 张 4 层扫描的  $T_1$  加权像冠状面的磁共振成像片组成的全息图重现照片。照片中箭号(↑)所指处清楚显示出左颅脑病灶区的位置、形状和大小, 病灶边界光滑、清楚, 可断定是个良性瘤(医生诊断)。

计算结果基本相符。但本实验存在的一个问题是处理速度较慢, 实际应用不太方便。目前考虑的一个方案是将所要处理的所有磁共振成像片存储于计算机内, 由计算机将一幅幅二维图像依次输出到一液晶屏上, 液晶屏置于光路系统的光机座轨道上(取代了原来手动的复位架), 其前后移动一次与  $H_1$  上的狭缝平移一次同步并能自动控制。

### 参 考 文 献

- [1] 吴恩惠, 张云亭, 白人驹等. 头部 CT 诊断学. 北京: 人民卫生出版社, 1996. 9-10
- [2] Caulfield H. *Handbook of Optical Holography* New

- York; Academic Press, 1979. 21
- [3] 于美文. 全息显示技术. 北京: 科学出版社, 1989. 180~182
- [4] Zhang X S, Liu S. Multi-colour encoded storage rainbow holograms. *Chinese J. Lasers*, 1993, **B2**(3):283~287
- [5] Champagne E. Nonparaxial imaging, magnification and aberration properties in holography. *J. Opt. Soc. Am.*, 1967, **57**(1):51~55
- [6] Wyant J. Image blur for rainbow holograms. *Opt. Lett.*, 1977, **1**(4):130~132

## Technique of Making Depth-Multiplexed Hologram from Brain MRI Slices

Liu Shou Zhang Xiangsu Guo Huaimei Ren Changxue

(*Department of Physics, Xiamen University, Xiamen 361005*)

(Received 17 November 1999; revised 20 March 2000)

**Abstract:** By using holographic tow-step storage method, a group of brain magnetic resonance imaging (MRI) slices were recorded in a depth-multiplexed hologram. Reconstructed under incandescent lamp, a clear three-dimensional perspective image of brain can be viewed. The holograms can aid doctors to diagnose and locate the disease accurately and quickly.

**Key words:** magnetic resonance imaging slices; depth-multiplexed storage; hologram; three-dimensional perspective image