课程编号 1800450069

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（二）**

**实验名称： 阿贝成像原理和空间滤波**

**学 院： 计算机与软件学院**

**指导教师： 王光辉**

**报告人： 郭昌华 组号： 19**

**学号 2022190025 实验地点 致原楼209**

**实验时间： 年 月 日**

**提交时间： 年 月 日**

|  |
| --- |
| 一、实验目的  （1）通过实验进一步加强对阿贝成像原理以及空间频率、傅里叶频谱空间滤波概念的理解。  （2）掌握空间滤波的光路调整方法（共轴调节、平行光、成像的调节）和基本的滤波方法（针孔滤波）。  （3）了解光栅在空间图象处理中的作用；观察方向滤波、低通与高通滤波及空间滤波现象。  （4）学习θ调制与假彩色编码。 |
| 二、实验原理  **一．** 阿贝成像原理：阿贝认为物体是由许多不同方位、不同空间频率的光栅构成的；其次，物体通过透镜成像的过程分为两步:  第1步： 入射光经物平面发生夫琅禾费衍射，衍射光束被分解成为不同方向传播的多束平行光（每一束平行光相应于一定的空间频率，按衍射规律，物面上距离越近的，即空间频率越高的点其衍射角度越大），其作用是把光场分布转变为空间频率分布，即“分频”  第2步： 衍射波被透镜接收,在透镜的焦平面上形成三个频率成分不同的衍射斑S+1.S0,S-1，所以把所在的焦平面称为谱平面。 S+1.S0,S-1可看成三个次波源，次波源发出的球面波在透镜的像平面发生相干迭加，不同空间频率的光束又复合成像。 即“合成”    阿贝成像原理的这两个步骤本质上就是两次傅里叶变换。  设有一个空间二维函数：,则其二维傅立叶变换为  式中  物理解释：如果焦距为*F* 的会聚透镜的焦平面是放一振幅透过率为的图像作为物，并用波长为λ的光垂直照射该透明物体，则在透镜后面的焦平面上的复振幅分布就是  的傅立叶变换其。 称为谱平面，谱平面上的光强分布就是夫琅禾费衍射图样。  二．网格的空间频谱的性质：图像频谱具有中心对称性（一维傅里叶变换是轴对称，二维傅里叶变换是中心对称），我们实际上只需要看频谱的1/2就可以了。  三．傅里叶频谱:  傅里叶频谱简称频谱，它是物平面上各种空间频率成分的能量分布图物平面上某种频率成分越多对应的光点越亮。  四． 空间滤波的依据：  ①．频谱面上的每一个光点与一个空间频率成分对应。但一个空间频率成分却对应着频谱面上的两个光点。  ②．光点离开频谱中心的距离,标志着物平面上该频率成分的频率高低。频谱越靠近中心，对应物平面上该频率成分的频率越低。  ③．光点的排列方向，标志着物平面上该频率成分的方向频谱面上的横向分布是物的纵向结构的信息; 频谱面上的纵向分布是物的横向结构的信息。  ④．零频分量是一个直流分量，它只代表像的本底亮度。  五．空间滤波的原理  当物的结构非常精细（例如很密的光栅），或物镜的孔径非常小时，有可能只有0级衍射（直流成分）能通过，则在像平面上只有光斑而完全不能形成图像。根据上面讨论，我们可以看到显微镜中的物镜的孔径实际上起了高频滤波（即低通滤波）的作用。这也启示我们，如果在谱平面上人为地插上一些滤波器（吸收板或移像板）以提取某些频段的光信息，从而使图像发生相应的变化，这样的图像处理称为空间滤波。谱平面上放置的光阑称为滤波器。     最简单的滤波器就是一些特殊形状的光阑。将这种光阑放在频谱面上，使一部分频率分量能通过，而挡住其他的频率分量，从而使像平面上的图像中的一部分频率分量得到相对加强。下面是几种常用的滤波方法。  1）低通滤波：     滤去高频成分，保留低频成分。由于低频成分集中在频谱面的光轴附近，髙频成分则落在远离光轴的地方。故低通滤波器可以是一个圆形光孔，图像的精细结构及突变部分主要由髙频成分起作用，故经低通滤波后图像的精细结构消失，黑白突变处变模糊。  2）高通滤波：     滤去低频成分，而让高频部分通过。小圆屏就是一个高通滤波器。髙频信息反映了图像的突变部分。如果所处理的图像由透明和不透明部分组成，则经过高通滤波的处理，图像的轮廓（及相应于物的透光和不透光的交界处）应显得特别明显。  3） 方向滤波：     滤波器可以是一个狭缝，如果将狭缝放在沿水平方向，则只有水平方向的衍射的物面信息能通过。在像平面上就突出了垂直方向的线条。方向滤波器有时也可制成扇形。下图给出了二维光栅做物平面，在谱平面放置不同的光阑对成像的影响。  六．空间滤波的基本光学系统：    在光学图像处理中，最基本的系统是三透镜系统（也称4f系统），如下图所示。    除三透镜系统外，还有其他形式的滤波系统，如二透镜系统。阿贝成像原理与空间滤波的意义在于它提供了一种频谱语言来描述信息，使人们可以通过改造频谱来改造光信息。    七．θ调制（假彩色编码）：    θ调制属于空间滤波的一种有趣形式，θ调制基本光路如下图所示。它用不同取向的光栅对物平面的各个部分调制（编码），通过滤波器控制像平面相应部位的灰度或彩色的一种方法。 |
| 三、实验仪器：  1. 空间滤波光路及仪器平台：    光路图    实物图  注意事项：共轴——光轴；注意，严禁触碰光学表面。 |
| 四、实验内容：  1.θ调制  将调制器的三个狭缝依次打开、遮盖其余两个，观察相应的成像规律。  2.彩色编码  将带圆孔的遮挡片盖住狭缝，只让第一彩色衍射光斑的某个颜色部分的光透过小孔，观察相应成像规律。  补充要求：   1. 利用手机拍照各种实验情况下的调制器遮盖与光谱、白屏上成像照片；   2.由照片和相应遮盖方式，描述实验现象，分析、验证实验结论。 |
| 五、数据记录：  组号： 19 ；姓名 郭昌华 ；实验名称 阿贝成像原理和空间滤波 ；  用手机相机记录得到的不同情况下的成像结果,具体呈现在数据处理部分 |
| 六、数据处理  1.θ调制  将调制器的三个狭缝依次打开、遮盖其余两个，观察相应的成像规律。  1.    调制器狭缝遮盖情况图 成像结果图  观察相应的成像规律,得到该狭缝调制的是草地的成像  2.    调制器狭缝遮盖情况图 成像结果图  观察相应的成像规律,得到该狭缝调制的是天空的成像  3.    调制器狭缝遮盖情况图 成像结果图  观察相应的成像规律,得到该狭缝调制的是天安门的成像  2.彩色编码  将带圆孔的遮挡片盖住狭缝，只让第一彩色衍射光斑的某个颜色部分的光透过小孔，观察相应成像规律。  具体来说,第一个狭缝透过绿色的光,第二个个狭缝透过蓝色的光,第三个狭缝透过红色的光, 到了蓝色的天空，绿色的草地和红色的天安门。    调制器狭缝遮盖情况图 成像结果图 |
| 七、结果陈述：  仔细调整共轴，使白炽灯发出的光源经过准直镜变成平行光，在经过θ调制板、傅里叶透镜、频谱滤波器、傅里叶透镜一系列的变化、滤过，最终在白屏上得到我们所需要的天安门图像。  由于频谱滤波器的作用，将调制器的三个狭缝依次打开、遮盖其余两个，观察到了不同的成像规律,即不同狭缝调制的分别是草地,天空和天安门的图像。  在图像对应的光谱带上选取相应的颜色，从而得到了蓝色的天空，红色的天安门和绿色的草地。 |
| 八、实验总结与思考题  实验总结：   1. 在光学实验中，前期的光路调节的好坏直接影响到最后实验结果现象的好坏。首先要调节好光路，可以用一个小孔光阑作为参考，要综合考虑多个个因素，如透镜的高度、仰角、偏角等，在调节时要有耐心，认真仔细，不能急躁，因为使得所有仪器处于一个平面上是一个很麻烦且费劲的过程，但是不调整光路下一步的实验是无法正常进行的，即使进行也会影响实验结果。通过本次试验，然我对所学知识有了跟直观地了解，对光学实验也有了更多的了解，得到了很多经验。 2. 通过本次实验了解阿贝成像及空间滤波基本原理，初步掌握阿贝成像及θ调制操作过程，并进行操作，成功得到了蓝色天空、绿色的草地以及红色的天安门。   思0考题：  1.阿贝成像与一般成像有何异同？  阿贝成像原理是光斑多次叠加最终形成一个高清的图像,是一种基于衍射理论的成像原理，它的主要特点是能够消除像差，提高成像质量。在阿贝成像原理中，光线穿过透镜后会发生衍射现象，这就会造成成像出现像差。为了消除这种像差，阿贝成像原理需要使用柯西公式来计算透镜折射率的函数，通过这种方式来修正衍射带来的像差。因此在阿贝成像原理中，成像具有更高的质量和准确性，适用于对成像效果要求较高的场合，如天文学、显微镜等领域。  而一般成像原理则是一种基于几何光学的成像原理，它的主要特点是成像简单易懂。在一般成像原理中，光线被认为是沿着直线传播的，因此成像过程可以使用几何方法来描述。这种成像原理适用于成像对象体积较小、形状规则、要求成像速度较快等场合。在实际应用中，一般成像原理广泛用于人类日常生活中的各种产品，如手机相机、照相机、望远镜等。  2.空间滤波有什么现实意义？  空间滤波的现实意义是改良影象质量，包括去除高频噪声与干扰，及影象边沿增强、线性增强和去模糊等,具体来说:1. 去除高频噪声与干扰：在图像采集和传输过程中，由于各种因素（如传感器噪声、信号干扰等），图像中可能会存在噪声和干扰。空间滤波可以通过降低高频成分来抑制这些噪声和干扰，从而提高图像的清晰度和可视性。2. 影像边沿增强：图像的边缘信息对于物体的形状和结构具有重要意义。空间滤波可以通过增强图像中的边缘信息，使物体的轮廓更加清晰、锐利，从而提升图像的视觉效果和识别能力。这在许多应用领域中都非常有用，如计算机视觉、医学影像分析等。3. 线性增强：空间滤波还可以通过调整图像的亮度和对比度来线性增强图像。这对于改善图像的视觉效果、提升图像的细节和色彩表现力非常有帮助。线性增强可以使图像更加鲜明、生动，并且使细节更加清晰可见。4. 去除模糊：图像可能会因为多种因素（如运动模糊、镜头模糊等）而变得模糊不清。空间滤波可以应用一系列的技术来减轻或去除这种模糊，使图像恢复清晰度和细节。这对于许多应用场景都非常重要，如图像恢复、远程监控、医学影像等。 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | 报告整体  印 象 | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |

原始数据记录表：

组号： 19 ；姓名 郭昌华 ；实验名称 阿贝成像原理和空间滤波 ；