

模糊图象的处理

中国科学院物理研究所 郑师海 杨克敏 鄂云

1. 基本原理

一个线性空间平移不变系统的成象问题,可以用下面的二维卷积积分表示:

$$g(x', y') = \iint_{-\infty}^{\infty} f(x, y)h(x' - x, y' - y)dx dy \quad (1)$$

式中 $f(x, y)$ 为物体函数, $g(x', y')$ 为象函数, $h(x, y)$ 是成象系统的脉冲响应函数,公式(1)通常写成下列符号型式:

$$g(x', y') = f(x, y) \otimes h(x, y) \quad (2)$$

式中 \otimes 为卷积符号。

由卷积定理知道,两个函数的卷积的傅里叶变换,等于两个函数各自的傅里叶变换的乘积。即:

$$G(u, v) = F(u, v)H(u, v) \quad (3)$$

$G(u, v)$ 、 $F(u, v)$ 、 $H(u, v)$ 分别为 $g(x', y')$ 、 $f(x, y)$ 、 $h(x, y)$ 的傅里叶变换, u, v 为空间频率, $H(u, v)$ 表示光学系统的频率响应特性,它由光学系统的质量和外界因素(如象差、大气抖动、离焦、运动等)所决定。

由(3)式看出,如果我们能在傅里叶变换的谱平面,作一个滤波器 $T(u, v)$,使它等于 $1/H(u, v)$,再把 $g(x', y')$ 放在傅里叶变换的输入平面,则在谱平面得到:

$$T(u, v)G(u, v) = F(u, v) \quad (4)$$

再将 $F(u, v)$ 作一次傅里叶变换,则我们就从模糊图象中提取了清晰的象。

2. 实验步骤和结果

上面我们从理论上介绍了 $1/H(u, v)$ 作除法滤波器,处理模糊图象的可能性,现介绍用相干光制备除法滤波器,对离焦图象进行处理的方法和实验结果。

1. 输入片 $g(x', y')$ 的制作:

在实验室模拟离焦象是很容易的,用一照相机在一定距离对一物体进行照相,在调焦好后有意离焦某一个距离,这样记录下来,通过适当处理,就是我们需要的 $g(x', y')$, 再在同样条件下,在物平面放一点光源作为 $\delta(\xi, \eta)$ 函数得到它的象就是 $h(x, y)$ 。为了保证所得照片的振幅透过率比例于 $g(x', y')$, 要求我们在制作 $g(x', y')$ 和 $h(x, y)$ 时,必须采用两步照相过程,使两次显影的 r 值相乘等于 2, 或反转显影 $r=2$, 这样就得到了在相干光中振幅的卷积积分方程:

$$g(x', y') = f(x, y) \otimes h(x, y)$$

我们记录用比利时 Ortho 正片,用反转显影, E-P1:1 一次显影, D-95 二次显影, R-9 漂白水, CB-3 清洁剂, 显影温度 19°C, 搅拌 82 次/分(上下运动), 两次显影时间均三分半, 所得 $r \approx 2$ 底片动态范围密度 0.8~3.5

2. $T(u, v) = 1/H(u, v)$ 的制备:

$H(u, v)$ 是一复函数,

$$\frac{1}{H(u, v)} = H^*(u, v) / |H(u, v)|^2,$$

$H^*(u, v)$ 为 $H(u, v)$ 的复数共轭, 因此我们可以通过分别制作一个 $H^*(u, v)$ 和一个 $1/|H(u, v)|^2$ 滤波器, 然后把它迭在一起, 精确地复位到光轴上得到。

(1) $H^*(u, v)$ 的制备

$H^*(u, v)$ 的制备是把 $h(x, y)$ 放置在 L_3 的前焦平面, 用通常的倾斜平面波作为参考束照傅里叶变换全息图在 P_2 平面得到的。使用的参考同信号峰值比为 2~10 倍, 使用 10E75 底片, D-165(1:4) 显影液, 滤波

器密度控制在0.6左右。

(2) $1/|H(u, v)|^2$ 的制备

在 P_2 平面直接对 H 的强度进行记录经显影处理得

$$T_2(u, v) = [|H(u, v)|^2]^{-\gamma/2}$$

控制 $\gamma=2$ 则

$$T_2(u, v) = 1/|H(u, v)|^2$$

$1/|H(u, v)|^2$ 用 10E75 干板, 用 D-165(1:4) 显影液, 显影温度 19°C , 搅拌 82 次/分(上下运动), 得 $r \approx 2$, 动态范围密度 0.6~2.3。

采用上述方法制好滤波器后, 放置到制作它时的原位, 把 $g(x', y')$ 放置在 P_1 平面, 则在 P_3 平面得到我们需要的处理象。

编码孔三维成象的若干问题

中国科学院上海光机所 刘立人

编码孔成象技术主要用于 X 光或 γ 射线的三维分层成象, 原理基于光信息处理中的卷积编码和解卷积成象, 它能用光学方法实现象的动态显示, 对于医疗诊断及其它一些应用具有相当意义。

本文先介绍了一般原理, 然后分析了非冗余点分布编码孔的成象层次分辨率。文中提出和分析了两种用普通白光相关解码的新方法, 一种是以改变波长来变化傅里叶谱的大小而得到假彩色分层, 它不同于通常的改变焦距的方法。另一种是直接光学模拟卷积计算机解码, 基于光学模拟 X 光的实验结果, 设想了一种简单的实时处理系统。

图象光学相关与相减处理

中国科学院广东七〇一研究所 黄乐天 邹国辉 杨世宁 赵大军 黄世峰

图象相关处理是用匹配滤频和光学相关等方法把两个图象作比较, 求出这两个图象之间的相互依存关系, 抽取图象中所希望得到的信息, 从而实现图象特征识别和检出目标。

为了从各种字符的图象中识别所需要的字符, 如“TO”中的“T”、“701”中的“0”, 首先把需要检出的字符“T”“0”信号等(其振幅透过率表为 $g_1(x_1, y_1)$)置于输入平面的原点位置, 同时与位于输入平面离原点距离为 y_0 的针孔一起, 用准直相干光照明, 经透镜作傅里叶变换后, 在频谱面记录全息图, 控制照相干板的 $\gamma=2$, 制得全息匹配滤频片。

进行图象识别时, 把制作得的滤频片放回原来作全息照片时的位置处, 挡住针孔, 把被处理的字符图象(其振幅透过率表为 $g_2(x_1, y_1)$)放置在输入平面, 用准直相干光照明, 则在输出平面上的复振幅分布为:

$$U_3(x_3, y_3) = g_2(x_3, y_3) + g_1(x_3, y_3) \star g_1^*(x_3, y_3) \otimes g_2(x_3, y_3) \\ + g_2(x_3, y_3) \star g_1^*(x_3, y_3) \otimes \delta(x_3, y_3 - y_0) + g_2(x_3, y_3) \otimes g_1(x_3, y_3) \otimes \delta(x_3, y_3 + y_0)$$

式中 \star 是相关运算符号, \otimes 是卷积运算符号。式中第三项是相关项, 当 $g_2=g_1$ 时(即, 同一字符, 如“TO”中的“T”, “701”中的“0”, “噪声中的信号检测”, 中的“信号”), 在相关项的位置上将出现一亮点。按此办法也可进行其他图象的识别。

为从迭加了网络的原始图象中除去网络, 首先用网络制作空间滤频片, 然后把这一滤频片放在频谱面上, 利用空间滤频方法, 从迭加了网络的原始图象中除去网络。