

用全息透镜做散斑编码的图象处理技术

母国光 王许明 王肇圻 吴法祥
(南开大学现代光学研究所)

提 要

本文研究了全息透镜在散斑编码光学信息处理中的应用。所用的全息透镜系采用最佳成象条件制备而成。最后给出用该透镜做散斑编码的多图象存储的实验结果。

一、引 言

全息光学元件由于它的诸多优点,得到越来越广泛的应用。其应用研究已渗透到散斑计量^[1]和非相干成象^[2]等方面。我们在前面的文章中^[3~5]报道了白光图象处理中的散斑编码技术。本文进一步研究了用全息透镜作散斑编码的光学图象处理。实验结果表明,所用全息透镜的数值孔径可比制备它时所用的透镜大的多,从而提高了编码分辨率。

二、全息透镜的制备、散斑编码和图象处理

我们用图1所示(记录发散球面波和会聚球面波的干涉场)的系统、来制备适于做散斑编码的全息透镜。图1中, L 为会聚透镜, B 为焦点, H 为全息干板。调节光路使得 $\angle AOC = \angle COB$, 这样制备的透镜在成象时, 其子午面及弧矢面内的垂轴放大率均为 d'/d , 其中 $d = \overline{OA}$ 为物距, $d' = \overline{OB}$ 为象距。并且满足

$$(1/d) + (1/d') = 1/f. \quad (1)$$

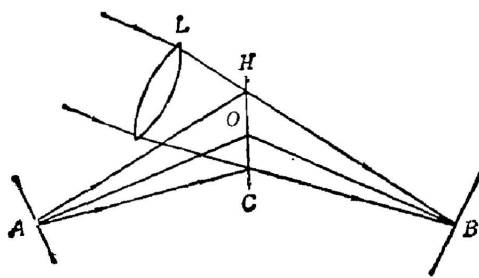


Fig. 1 System used for making holographic lens

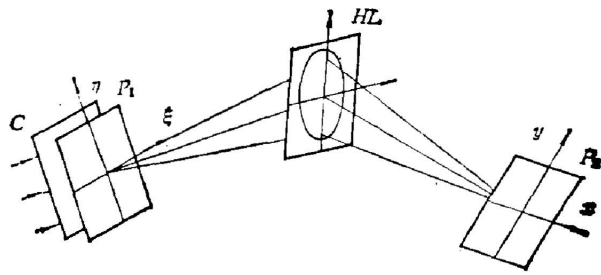


Fig. 2 Schematic of the speckle encoding system

图2示出了用全息透镜作散斑编码的光路。图中 C 为漫散屏, HL 为全息透镜。把光强透过率分别为 $f_1(\xi, \eta)$ 和 $f_2(\xi, \eta)$ 的二透明片, 相继放在物平面 P_1 上, 对位于象平面 P_2

上的同一干板作两次曝光, 曝光中使干板分别沿 x 轴和 y 轴均速移动一小距离 l , 即可得到散斑编码片。在 $\beta = -1$ 的成象条件下, 其振幅透过率为

$$T(x, y) = a - bE(x, y), \quad (2)$$

其中

$$E(x, y) = [f_1(-x, -y) \cdot D(x, y)] \otimes \text{rect}(x/l) + [f_2(-x, -y) \cdot D(x, y)] \otimes \text{rect}(y/l), \quad (3)$$

式中 $D(x, y)$ 为象面上的散斑场, a 和 b 为常量。

将上述编码片置于白光系统^[1]的输入平面上, 即可在频谱平面得到分别卷积着物 f_1 和 f_2 的频谱的相互正交的条形衍射晕。这样, 我们就可在频谱面上做诸如空间滤波、彩色滤波、偏振滤波等光学处理, 实现彩色图象存储、黑白图象的假彩色编码和立体投影等。

设 1 图中透镜 L 的孔径为 D' , 焦距为 f' , 投射到干板 H 上的孔径为 D 。由图 1 可知

$$D'/f' = D/d', \quad (4)$$

由(1)式, 当 $\beta = -1$ 时, 有 $d' = 2f$ 。代入(4)式得到

$$D/f = 2D'/f'。 \quad (5)$$

(5)式说明, 全息透镜的数值孔径是原会聚透镜的 2 倍, 因此用它做散斑编码时, 分辨率相应提高 2 倍。

三、实验及结果

(1) 全息透镜用 Kodak 649 F 干板曝光后经敏化处理制成。孔径为 6.0 cm, 焦距为 30 cm, 衍射效率约为 70%。

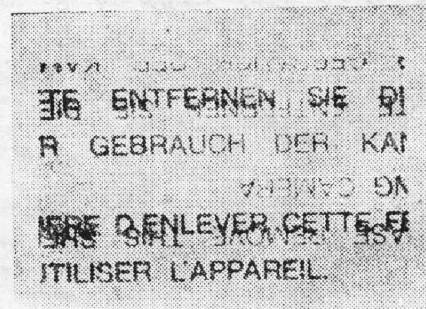


Fig. 3 Encoded image of a multi-image storage using the hololens

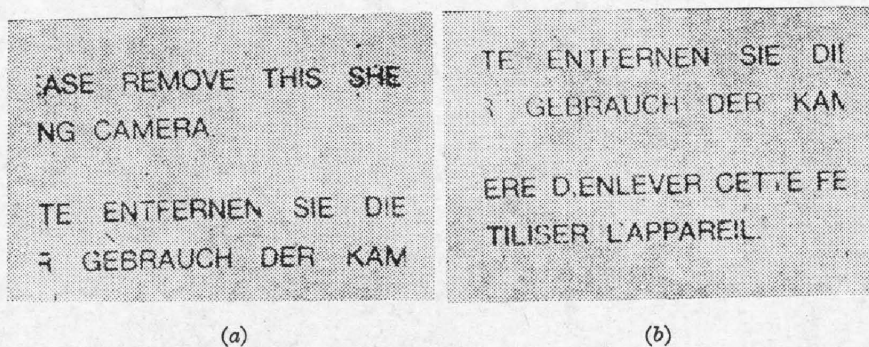


Fig. 4 Output image after decoding in a white-light processor

(2) 用上述透镜做散斑编码的多图象存储。图 3 是多图象散斑编码片, 图 4(a)和图 4(b)是经白光系统解码后的输出图象。

参 考 文 献

- [1] Chandra Shakher, *et al.*; *Appl. Opt.*, 1984, **23**, No. 24(Dec), 4592.
- [2] C. Shakher, *et al.*; *J. Opt. Paris*, 1983, **14**, 247.
- [3] 母国光等,《物理学报》1982, **31**, No. 11(Nov), 1547.
- [4] G. G. Mu, *et al.*; *Opt. Lett.*, 1985, **10**, No. 8(Aug), 375.
- [5] 母国光等,《光学学报》, 1985, **5**, No. 2(Feb), 113.
- [6] 于美文;《光学全息和信息处理》, (国防工业出版社, 1984), 142.

A new technique of image processing with speckle encoding using a holographic lens

MU GUO GUANG, WANG XUMING, WANG ZHAO QI AND WU FAXIANG

(*Institute of Modern Optics, Nankai University, Tianjin*)

(Received 9 January 1986)

Abstract

The application of a holographic lens in optical information processing with speckle encoding is presented. The hololens used is made under optimum condition. As an example, experimental results of multi-image storage with speckle encoding using the hololens is given.