

任意拡散参照波を用いたフーリエディジタルホログラフィの提案

Proposal of Fourier Digital Holography with Arbitrary Diffuse Reference Wave

○ 柏木 駿¹ 茨田 大輔^{1,2} 藤村 隆史² 川田 重夫^{1,2} 谷田貝 豊彦²

(1. 宇大院工, 2. 宇大 CORE)

(1. Grad.Sch.Eng.Utsunomiya Univ. 2.CORE Utsunomiya Univ.)

○ Shun Kashiwagi¹ Daisuke Barada^{1,2} Ryushi Fuzimura² Shigeo Kawata^{1,2} Toyohiko Yatagai²

E-mail: barada@cc.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

ディジタルホログラフィはホログラム撮像素子で取得し、計算機上で再生する方法である。参照波として球面波を用いると、レンズを用いずに微細光波パターンを拡大して取得することが可能である。この時フレネル近似を用いると、球面参照波の中心が、ある面上での被験光波のフーリエホログラムが得られることが知られている。[1]よって、一回の高速フーリエ変換(FFT)を利用して再生することが可能である。しかし、波長程度の高い分解能を得るためには、フレネル近似が成り立たない条件で撮影する必要がある。さらに、実際には完全な球面参照波を発生させることは難しい。そこで、本研究では、任意の拡散参照波を用いたフーリエディジタルホログラフィを提案した。提案手法では、フレネル近似を用いずに、一回のFFTで再生することが可能である。この提案手法を用いた光波の再生をシミュレーションによって確認する。

2. シミュレーション方法

撮像素子における信号波と参照波の複素振幅をそれぞれ U_S 、 U_R とすると、ディジタルホログラムは、

$$H = |U_S|^2 + |U_R|^2 + U_S U_R^* + U_S^* U_R \quad (1)$$

と書ける。このとき撮像素子のある画素位置 (x_i, y_j) 周辺における参照波の位相は、

$$\begin{aligned} \phi_R(x, y) &= \phi_R(x_i, y_j) \\ &+ \frac{\partial \phi_R(x_i, y_j)}{\partial x} dx + \frac{\partial \phi_R(x_i, y_j)}{\partial y} dy \end{aligned} \quad (2)$$

と近似できる。ここで、式(1)のディジタルホログラムから、位相シフト法により、第三項のみを抽出する。その第三項を式(2)に従った座標変換を行って逆フーリエ変換を行うと、信号波を再生する。

3. シミュレーション結果

参照波として複素振幅として撮像素子面上で放物面波の複素振幅をもつ光波を用いたシミュレーション結果を Fig. 1 に示す。このシミュレーションでは、観察面に「柏」の文字となる点光源をランダム位相を付与して発生させ、10mm 離れた位置にある撮像素子でディジタルホログラムを撮影した。図より、歪みのないパターンが再生されていることがわかる。

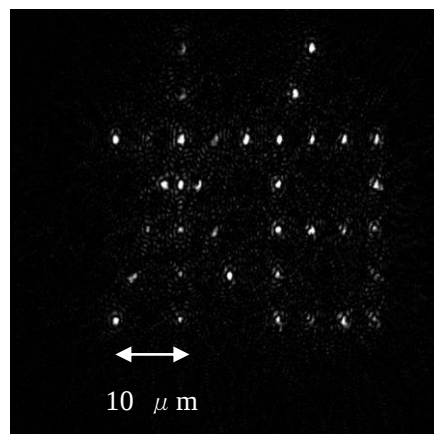


Fig. 1. Simulation result.

4. まとめ

任意拡散参照波を用いたフーリエディジタルホログラフィを提案し、シミュレーションによって歪みのないパターンを再生可能であることを確認した。今後は、実験で用いる拡散参照波を用いた検討を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は(独)科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業【戦略イノベーション創出推進】の支援によって行われた。

参考文献

[1] w. Jueptner and U. Schnars, Digital Holography: Digital Hologram Recording, Numerical Reconstruction, and Related Techniques, Springer-Verlag, Berlin (2005).