

合成開口デジタルホログラムの数値再生 視点移動像と斜面像

Numerical reconstruction of synthetic aperture digital holograms
Images reconstructed on a tilted plane and from different angles

中辻達也 小林俊之 南雄大 松島恭治
Tatsuya Nakatsuji Toshiyuki Kobayashi Yudai Minami Kyoji Matsushima
関西大学工学部先端情報電気工学科
Department of Electrical Engineering and Computer Science, Kansai University

1. はじめに

我々は、イメージセンサ上の空間周波数が低くなるレンズレスフーリエ型デジタルホログラフィで、エイリアス誤差なしに物体を撮影出来る領域を算出し、広視野で撮影出来る手法を提案している^[1]。この手法では、センサ上の空間周波数は一定であるので、合成開口デジタルホログラフィの手法^[2]を用いて視域を拡大することができる。そこで本研究では異なった視点からの数値再生像や、回転変換^[3]を用いた傾いた面での数値再生を試みた。

2. 合成開口デジタルホログラムの記録

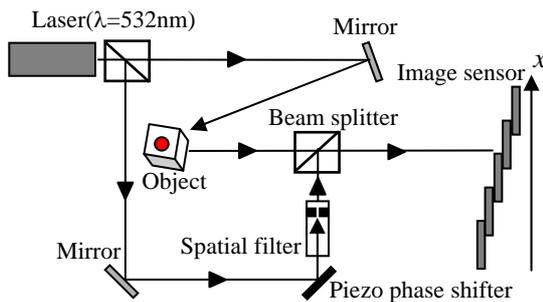


Fig.1 Experimental setup.

平面波参照光を用いるフレネル型では、センササイズが大きくなるにつれてセンサ上の最大空間周波数が増加し、撮影可能な視野が小さくなるのに対し、レンズレスフーリエ型では視野は一定となる。また、視域はセンササイズに比例して大きくなる^[1]。そのため、レンズレスフーリエ型では、合成開口ホログラフィの手法を用いて視域を拡大する事が可能となる。この光学系を Fig.1 に示す。センサ(東芝 テリー製 CSB4000CL-10A, 2000×2000[pixel], pitch 6.0×6.0[μm])を x 軸方向にセンササイズより小さい刻み幅で移動させ、複数枚の干渉縞を撮影した。この時、同一位置のセンサで Piezo 素子により位相シフト量を変えた 4 枚の干渉縞画像を撮影し、位相シフト法によりセンサ面での物体光の複素振幅分布を求めた。そして縞の重なりから、相関計算を用いて正確な重なり位置を求め 1 枚の干渉縞に合成している。

3. 視点移動と回転変換における数値再生

Fig.2 のような物体を用意し、位相シフト法によって得られた合成複素振幅 $g(x, y)$ を逆フーリエ変換する。これにより、Fig.3 で示す参照光源 センサ間距離 d_R だけ離れた平面上での物体光 $f(x, y)$ が得られる。これを、センサ近傍

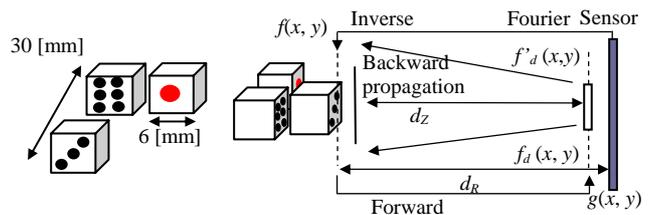


Fig.2 Recorded objects.

Fig.3 The procedure for numerical reconstruction in different angles.

の位置まで距離 $d \approx d_R$ だけ伝播計算し、複素振幅分布 $f_d(x, y)$ を得る。この $f_d(x, y)$ を瞳の範囲だけ残し、残りをゼロ値で埋め、視点を変化させた。また、Fig.4(a)のようにセンサ面に対して約 70° 傾けて設置した平面画像 A と B からの物体光 $f(x, y)$ を A と B の中間位置まで伝播し、 69° 回転変換^[3]することで傾いた面上の再生像を求めた。

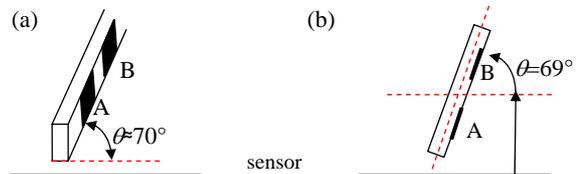


Fig.4 (a) Planar objects A and B on a tilted plane. (b) The procedure for numerical reconstruction.

4. 再生結果とまとめ

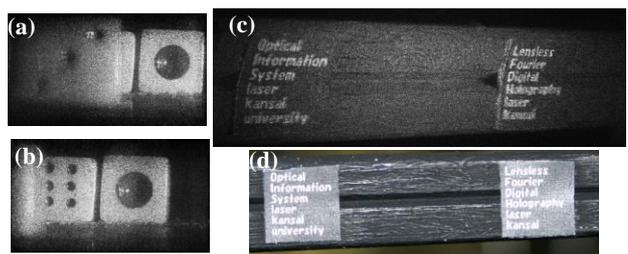


Fig.5 (a), (b) Numerical reconstructions from different angles. 16384×2048 [pixels]. (c) Numerical reconstruction on the tilted plane. (d) The photograph of the object A and B.

Fig.5(a)は左視点、(b)は右視点からの数値再生像を示す。これにより、視点移動すると「3の目」に隠れている「6の目」が表れることがわかる。Fig.5(c)に、回転変換後の数値再生像を示す。実際、約 70° 傾けて数値再生した像を回転変換により、この物体を横から撮影した写真(Fig.5(d))と同様の数値再生像が得られたことがわかる。

[1] 中辻, 松島: Optics Photonics Japan 2006. 384-385 (2006).
[2] R.Binet, J.Colineau, J.Lehureau: Appl. Opt. **41**, 4489-4496(2002).
[3] K. Matsushima, et.al.: Appl. Opt. **A20**, 1755-1762(2003).