1 次元ゾーンプレートを用いた水平視差型ホログラムの計算法の提案 Horizontal-Parallax-Only Hologram Calculation Using One-Dimensional Zone-Plate

農工大工 ○竹川 喜崇,高木 康博 Tokyo Univ. of Agri. and Tech., ○Yoshitaka Takekawa, Yasuhiro Takaki E-mail: s144200x@st.go.tuat.ac.jp

1. はじめに

計算機合成ホログラムにおける3次元物体のモ デリング法として、点光源法が知られている.点 光源法では、物体を点光源の集まりで表し、各点 光源をゾーンプレートで置き換えて重ね合わせる ことで、ホログラムパターンを計算できる.また、 ハーフゾーンプレートを用いると、シングルサイ ドバンドフィルターと組み合わせて、ホログラム 再生時に生じる共役像やゼロ次光といった不要光 の除去が可能となる[1].

ホログラム計算にハーフゾーンプレートを用い ると、水平垂直方向に視差を持つフルパララック ス表示が行える.一方で、水平方向にのみ視差を もつ水平視差型ホログラフィーは、解像度など表 示デバイスに対する要求が低いため、実現の難易 度が低い[2].しかし、水平視差型ホログラフィー では、共役像やゼロ次光を除去できるゾーンプレ ートは知られていない.

本研究では、水平視差型ホログラフィーに適し たゾーンプレートについて研究した結果について 報告する.

2.1 次元ゾーンプレートの導出

フーリエ面にシングルサイドバンドフィルター を配置した4f光学系を図1に示す.空間光変調器 (SLM)に表示したホログラム分布が、フーリエ面 で物体波成分、共役像成分、およびゼロ次光成分 に空間的に分離され、シングルサイドバンドフィ ルターで不要光成分を除去する.フルパララック ス表示で用いられるゾーンプレートを図2(a)に、 ハーフゾーンプレートを同図(b)に示す[1].

水平視差型ホログラフィーでは、物体点の発生 に水平方向に集光する exp[-ik(x²+z²)^{1/2}]で表され る球面波を用いる.フーリエ面で、物体波成分, 共役像成分,およびゼロ次光成分が空間的に分離 する分布を求めたところ、図 2(c)に示す2ライン の一次元ゾーンプレートが導出できた.これは、 上記の一次元球面波の実数部 cos[k(x²+z²)^{1/2}]と虚 数部-sin[k(x²+z²)^{1/2}]を上下のラインの分布として もつ.

3. 実験

最初に、SLM として LCOS-SLM を用いた実験 を行なった.再生像を図3に示す.同図(a)はホロ グラム計算にハーフゾーンプレートを,同図(b)に 2 ラインゾーンプレートを用いた結果を示す.い ずれの再生像においても共役像は観察されなかっ た.2 ラインゾーンプレートを用いた場合は再生 像が暗かったため、2 ラインを垂直方向に2回繰 り返した4ラインゾーンプレートを用いた結果を, 同図(c)に示す.ホログラムの計算時間は、ハーフ ゾーンプレート、2 ラインゾーンプレート,およ び4ラインゾーンプレートを用いた場合で、それ ぞれ 560 ms、32 ms、33 ms であった.ただし、物 体点数は 1,460 個で,計算には Intel®Core™ i7CPU @2.90GHz を用いた.

つぎに, MEMS-SLM を用いた視域走査型ホロ グラフィー[3]で実験を行なった結果を図4に示す. この場合も,共役像は観察されなかった.視域走 査型ホログラフィーは,広い視域角(約40°)をもつ ため,異なる位置から撮影した再生像を示した. MEMS-SLM に表示するため,ホログラム分布は2 値化処理した. ハーフゾーンプレート,2 ライン ゾーンプレート,および4 ラインゾーンプレート を用いた場合の計算時間は,それぞれ 20.27 s, 2.27 s, 2.41 s であった.

4. まとめ

水平視差型ホログラフィーの計算において,不 要光をシングルサイドバンドフィルターで除去で きる2ラインゾーンプレートを求めた.実験によ りその有効性を示すとともに,ホログラムの計算 時間が短縮できることを示した.



Fig.1 4f imaging system with single-sideband filter.



Fig.2 Zone plates for hologram calculation: (a) original zoneplate, (b) half zone-plate, and (c) two-line zone-plate.



Fig.3 Reconstructed images using LCOS-SLM: (a) half zoneplates, (b) two-line zone-plates, and (c) four-line zone-plates.



Fig.4 Reconstructed images obtained by viewing-zone scanning system using MEMS-SLM: (a) half zone-plates, (b) two-line zone-plates, and (c) four-line zone-plates.

参考文献

- [1] Y. Takaki and Y. Tanemoto, Appl. Opt. 48, H64 (2009).
- [2] 的場修 他, レーザー研究, Vol.44, No. 7, pp.444-448 (2016).
- [3] Y. Takaki and K. Fujii, Opt. Express 22, 24713 (2014).