

## 複数光源角度多重再生による CGH のスペックル低減法

### Speckle Reduction for CGH with Angular Multiplexed Reconstruction

東工大院<sup>1</sup>, 東工大学術国際情報センター<sup>2</sup> °宇津木 健<sup>1</sup>, 森 夏樹<sup>1</sup>, 山口 雅浩<sup>2</sup>

Tokyo Inst. of Tech.<sup>1</sup>, Global Scientific Information and Computing Center<sup>2</sup>,

°Takeru Utsugi<sup>1</sup>, Mori Natsuki<sup>1</sup>, Masahiro Yamaguchi<sup>2</sup>

E-mail: utsugi.t.aa@m.titech.ac.jp

#### 1. はじめに

計算機合成ホログラム(Computer Generated Hologram: CGH)を用いたホログラフィックディスプレイは、光線再生方式では実現できない“奥行きのあるシーン”の立体映像を高分解能に表示可能である。しかし、高分解能な再生にはコヒーレンスの高い再生光が必要となるので、スペックルノイズの発生が問題となる。

近年、高木らにより物体をスパースな点光源群として CGH を計算し、時間多重表示を用いることで効果的なスペックル低減を行う方法が提案された。しかし、時間多重表示では非常に高いフレームレートの表示デバイスが必要であり、広視野角を実現し且つ高フレームレートを有する空間光変調器(Spatial light modulator: SLM)は、現在研究段階である。本報告では、CGH を複数の光源で角度多重再生することで、1 フレームでのスペックルノイズを効果的に低減する方法を提案する。この方法は、フォトリフラクティブポリマーを用いた SLM のような低フレームレートなシステム[2]にも適用可能である。

#### 2. 原理

CGH におけるスペックルは、物体をランダムな位相を持つ点光源(物体点)の集まりとした場合、観察者の瞳の帯域制限による点広がり関数(Point spread function: PSF)によって、物体点同士が干渉することにより生じるので、物体点の間隔を PSF が干渉しない程度に離すことで、スペックルノイズを抑制することができる。これにより物体点間に隙間ができるが、これをお互い非干渉な複数の光源を参照光の角度から少しずつ多重再生することで埋める。目の PSF の広がり幅  $\Delta J$  と再生光を角度  $\Delta\theta$  だけずらした時の物体点の移動距離  $\Delta S$  は、ホログラムから物体点、観察者までの距離をそれぞれ  $z_{obj}$ ,  $z_{eye}$  として、

$$\Delta J = 2.44 \frac{\lambda}{D} (z_{obj} + z_{eye}), \quad \Delta S = z_{obj} \tan(\Delta\theta),$$

と表せる。ここで、 $\lambda$  は再生波長、 $D$  は瞳径である。物体点間隔を  $\Delta J$  とし、 $\Delta S \approx \Delta J/2$  となる  $\Delta\theta$  で角度多重再生すればよい。 $\Delta J$ ,  $\Delta S$  は共に  $z_{obj}$  に比例することから、奥行きのあるシーンの CGH ( $z_{obj} \gg z_{eye}$ ) においてスペックル低減が可能となる(図 1)。

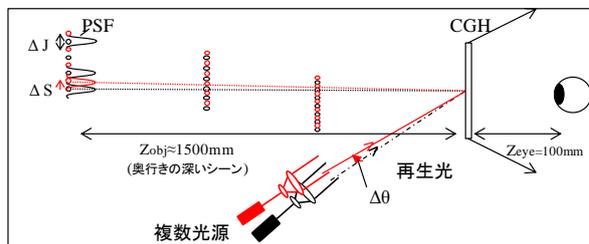


図 1 複数光源角度多重再生の概念図

#### 3. シミュレーション結果と結論

提案手法の有効性をシミュレーションにより確認した(図 2)。複数光源角度多重再生により、物体点間の隙間を埋められている事が分かる(図 2 b,c)。本手法は光線情報処理を用いた写実的な CGH[3]にも適用できる可能性がある。

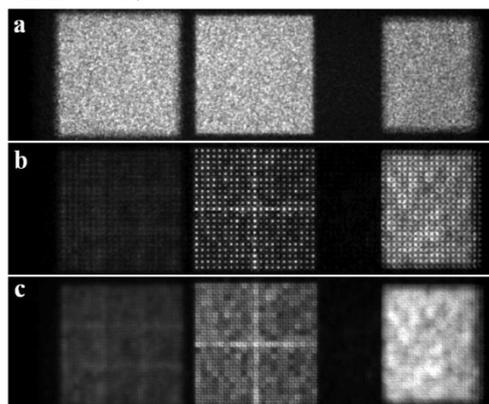


図 2 シミュレーション結果 (a:スペックル低減なし, b: 物体点間隔最適化, c: 提案手法, 中心の拡散面( $z_{obj}=1\text{m}$ )に合焦点, 左右の拡散面は,  $z_{obj}=1.5\text{m}$ (左),  $z_{obj}=0.5\text{mm}$ (右))

#### 参考文献

- [1] Y. Takaki and M. Yokouchi, Opt. Express 19(8), 7567–7579, 2011.
- [2] P. A. Blanche, et al. Nature, vol. 468, pp. 80–83, 2010.
- [3] T. Utsugi, et al. Proc. of IWH2012, pp. 63–64, 2012.