

大型イメージ型計算機合成ホログラムの画質改善

Image quality improvement of large size image type computer-generated hologram

○中口弥生¹, 山口健², 吉川浩²

*Yayoi Nakaguchi¹, Takeshi Yamaguchi², Hiroshi Yoshikawa²

Abstract: The image hologram can be reconstructed by the white light because the recorded image is placed very close or overlapping on the hologram to reduce the chromatic image blur. Since the file size of the practical 3D display hologram becomes huge, the hologram is divided into small segments. In our previous study, each segment is calculated independently and it causes the problem of the intensity fluctuation between segments, which makes the image observation very annoying. This fluctuation is also the problem for the computer-generated rainbow hologram. In this paper, we propose a method to eliminate the intensity fluctuation by the global normalization of the hologram. The experimental results are also shown.

1. まえがき

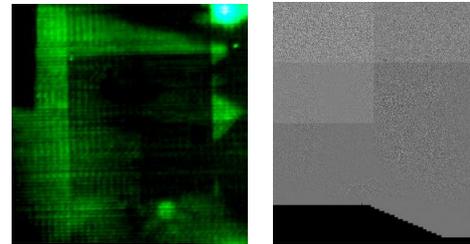
当研究室では計算機合成イメージホログラム (CGIH)¹⁾や計算機合成レインボウホログラム(CGRH)²⁾といったイメージ型ホログラムの研究が行われている。

イメージ型ホログラムの計算手法では、多数に分割した干渉縞のセグメントやラインごとに再生像の明るさが異なってしまうというディスプレイとしての欠点があった。そこで本研究では、正規化に標準偏差を用いることで、再生像の明るさがセグメントやラインで変化するのを無くす。

2. 原理

2.1. 計算機合成イメージ型ホログラム

計算機合成ホログラムの干渉縞は数十 Gpixel にもおよび、汎用 PC では同時に扱うことができない。そこで、干渉縞を多数のセグメントに分割して計算している。イメージ型ホログラムはオブジェクトがホログラム近傍にあり、1つのセグメントに多視点の情報を必要とするため、多数の隠面処理された物体データの情報を読み込み、分割した干渉縞を生成していく。しかし、ホログラムを多数のセグメントに分けて計算し、セグメントごとに正規化し画像ファイルへ出力しているため、Fig. 1 のように再生像の明るさにむらが生じている。正規化にはセグメント内の光強度分布の最大値・最小値を用いて行っており、Fig. 2 のように各セグメントで光強度分布の最大値・最小値が異なっている。そのため、セグメントごとに再生像の明るさが異なってしまう。そこで、正規化を行う際に、ホログラム全体で共通の光強度分布の最大値・最小値を用いることで、再生像の明るさのむらを取り除く。



(a) Reconstructed image (b) Fringe pattern
Figure 1. Differences between segments

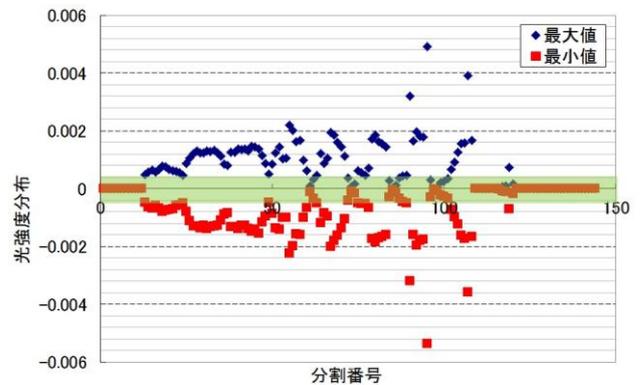


Figure 2. Light intensity distribution

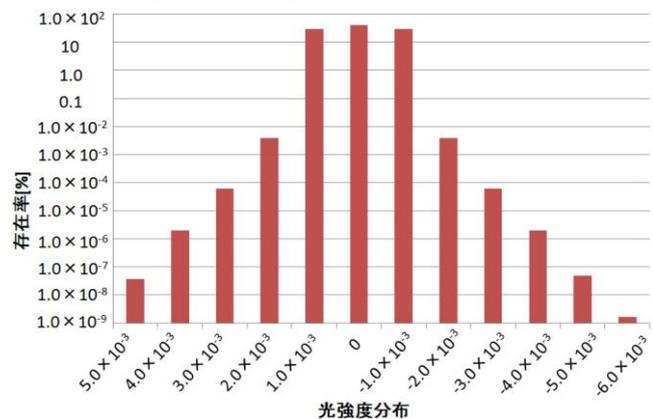


Figure 3. Light intensity histogram

1 : 日大理工・院・情報、2 : 日大理工・教員・子情

2.2. 干渉縞の正規化

干渉縞全体で光強度分布は Fig. 3 のようになる. Fig. 3 から, $\pm 1.0 \times 10^3$ の範囲に 99% の光強度分布が存在していることがわかる. そのため, 大半の光強度分布の値は Fig. 2 の緑色の範囲を取ることがわかる. ホログラム全体の光強度分の布最大値, 最小値を用いては, 重要な光強度分布の情報が圧縮されてしまい, 干渉縞のコントラストが下がり, 回折効率が悪くなる. そのため, 明るい再生像を得るためには, 強力な照明光源が必要となる. そこで, 干渉縞全体での最大値・最小値を用いず, 大半の光強度分布が占める割合の中での最大値を用いることで回折効率の改善を図る. 1% の割合である非常に大きな値・小さな値は元のオブジェクトからは取りえない値であるため, ある一定以上の値は決まった最大値・最小値として処理する. そこで, 本研究では, 光強度分布の最大値・最小値の制御を標準偏差を用いて行う. 標準偏差を求める式は

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

で表される. n はホログラムの pixel 数, x_i は i 番目の pixel における光強度, \bar{x} は光強度の平均値である. 本報告では, σ の ± 3 倍を用いて最大値・最小値とし, 正規化を行う.

3. 結果

3.1. CGIH の作製

CGIH の計算に使用した PC のスペックを Table. 1 に, 作製したホログラムのパラメータを Table. 2 に記す. また, 再生像を Fig. 4 に示す. 点光源データ作製に 1 時間, 干渉縞計算に PC2 台で並列計算を行い 36 時間, 出力装置での出力に 12 時間を要した.

Fig. 4 より, Fig. 1 で見られたセグメントごとにおける再生像の明るさの変化は見られなくなったことがわかる. そのため, 記録オブジェクトの色味, 陰影が正しく再生されるよう改善できた.

3.2. 計算時間

Table. 1 の PC 2 を使用して, 従来の計算手法と今回の標準偏差を用いた手法の計算時間を比較した. 30 mm \times 30 mm の CGIH を作製した時の時間を Fig. 5 に示す. 標準偏差を求める過程と中間ファイルの入出力が増えているが, 総計算時間はそれほど変わらなかった. さらに大型の CGIH を作製した場合, 読み込む情報量も増えるため, 干渉縞計算・出力の時間も数時間単位になると予想される.

Table 1. PC spec

	PC 1	PC 2
OS	Windows7 Professional	
CPU	Intel(R)Core™ i7 2600k	Intel(R)Core™ i7 920

Table 2. Parameter of image hologram

Resolution [pixel]	250,000 x 205,870
Size [mm ²]	110 x 90
Pitch [μ m]	0.44
segments [piece]	12 x 12
point source	60,000

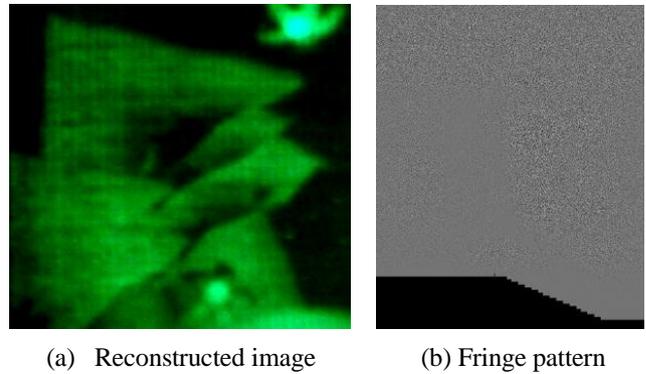


Figure 4. Reconstructed image (Corrected)

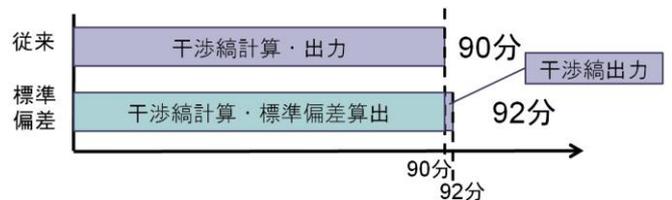


Figure 5. Computation time

4. むすび

本報告では, イメージ型ホログラムの干渉縞の正規化の改善を行った. 本手法を用いることで再生像に現れていたセグメント間の明るさの変動がなくなり, ホログラムの画質が改善された. また, 画質が改善されたことにより, 記録オブジェクトの色味, 陰影が正しく再生されるようになった.

5. 参考文献

[1] 宮原 理, 山口 健, 吉川 浩: “ 計算機合成イメージホログラムのフルカラー化”, 日本光学会年次学術講演会, 9aC6, 2010.
 [2] Yayoi Nakaguchi, Takeshi Yamaguchi and Hiroshi Yoshikawa: Computer-generated rainbow hologram over 100 giga-pixel, International Conference on 3D System and Applications, S1-12, pp. 107-110, May 2010.