

高解像度チェンジング計算機合成レインボウホログラムの作製 Making of high resolution changing computer-generated rainbow hologram

○中口弥生¹, 山口健², 吉川浩²*Yayoi Nakaguchi¹, Takeshi Yamaguchi², Hiroshi Yoshikawa²

Abstract : The computer-generated hologram (CGH) can display a virtual three-dimensional object in the real space. As the output device of CGH, there is the fringe printer in our laboratory. Since the pixel pitch of the fringe printer is $0.44 \mu\text{m}$, the diffraction angle of the CGH is 38 degrees. Since the hologram has wide viewing angle, we make a reconstructed image of hologram which changes its image when viewer moves left and right. Therefore, the hologram has elevated entertainment characteristics of display. In this study, we have achieved to produce a over 100 Giga Pixel changing computer-generated rainbow hologram.

1. まえがき

当研究室では、フルカラーの 3 次元画像が再生可能な計算機合成レインボウホログラム(CGRH)の研究が行われている^[1]。ホログラムの出力装置であるフリッジプリンタ^[2]は、画素ピッチが細かいため、大容量・広視域のホログラムが作製可能である。また、今まで高解像度ホログラムは、静止画のみの報告^[3]だった。しかし、静止画ではディスプレイとしてエンターテインメント性に欠ける。そこで本研究では、広視域になったことを活かし、左右の視点で像を切り替えることで、エンターテインメント性の向上をはかり、100 Giga Pixel を超える高解像度チェンジング CGRH を試作した。

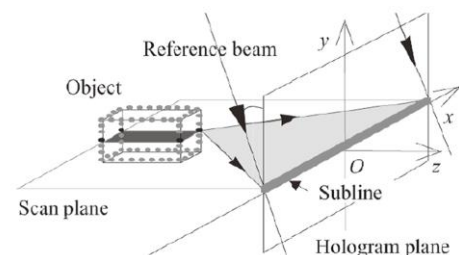
2. 原理

2 - 1. 計算機合成レインボウホログラム

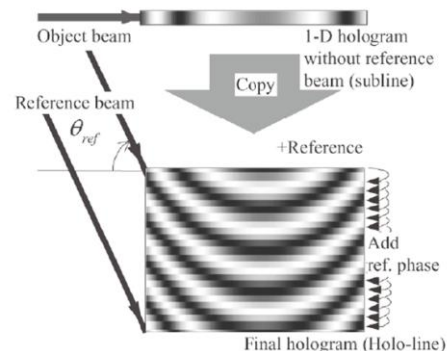
レインボウホログラムは、記録時に水平のスリットを使用し、比較的重要度の低い垂直方向視差を犠牲にすることにより、白色光再生を可能にしたホログラムである。観測者はある一定の距離・角度で見ると記録した波長の単色再生像が得られる。計算機を用いて作製したレインボウホログラムを CGRH と呼ぶ。光の三原色である赤、緑、青の波長成分の再生像を同じ位置に結像する様計算することで、CGRH はフルカラー再生が可能となる。

2 - 2. 計算手法

レインボウホログラムは記録時にスリットを用いて、作製する。そのため、CGRH の計算手法として、Fig.1(a)に示すようにオブジェクトを水平スライス面で分割し、この面における 1 次元ホログラムを生成する。1 次元ホログラムでは縦方向に回折しないため、Fig.1(b)に示すように 1 ライン(以下サブライン)を増やして、縦方向の回折も含むホロラインを作成する手法を用いる。



(a) Calculation geometry for the subline.



(b) Two steps to calculate the hololine of a computer-generated rainbow hologram.

Figure 1. Calculation method for rainbow hologram

ここで、ホロラインの垂直方向には参照光の位相のみが変化すると仮定し、計算時間のかかる物体光成分は 1 ラインからコピーして使用する。参照光の角度を変化させることで縦方向の空間周波数を変化させ、ホログラム自体にレンズ作用を持たせることで、波長選択性を持つレインボウホログラムと同じ特性を白色光再生時に得られる。

2 - 3. 画像の切り替えと隠面処理

チェンジングホログラムは、視点によって得られる再生像が違ってくる必要がある。ホログラムの隠

面処理^[4]は1視点のデータだけでは、像に欠けや重なりが生じてしまうため、複数の視点から得たデータを行う。したがって、Fig.2のように視点に合わせて違うオブジェクトを表示し、隠面処理を行っていく。そうすることで、観察者が得られる再生像を切り替えられる。

2 - 4. オブジェクトの作製

大容量ホログラムの作製時に用いるオブジェクトを LightWave3D という 3D モデリングソフトを用いて作製する。今回、視点を左右に動かしたときに、像を変化させるため、使用するオブジェクトは2種類作製した。

2つのオブジェクトを使用し、視覚的に変化を持たせることで、ディスプレイとしてのエンターテイメント性の向上を図る。

2 - 5. フリンジプリンタ

フリンジプリンタの光学系を Fig.3 に記す。また、フリンジプリンタの各パラメータは Table.1 の通りである。フリンジプリンタは分割した干渉縞を LCoS に表示し、L3, L4 レンズの縮小光学系で縮小した干渉縞を記録材料に記録、その後 X-Y ステージを動かし、LCoS に表示する干渉縞を切り替えて記録することで1つの大きな干渉縞を記録できる。

3. 結果

ホログラムの解像度を 403,200(H)×314,880(V) pixels とし、出力後に 170(H)×138(V) mm² の CGRH を得られるようにした。作製したオブジェクトを Fig.4 に CGRH の再生像を Fig.5 に示す。CGRH の容量は 127 G Pixel と高解像度になった。形状データ作製には1時間、干渉縞の計算に3時間、フリンジプリンタでの出力に30時間かかった。また、左右の視点で像が切り替わっていることも確認できる。それにより、画素ピッチが細くなり、視域が広がっただけでなく、ディスプレイとしても優れたものとなった。

4. むすび

今回、403,200(H)×314,880(V) pixels と高解像度だけでなく、左右視差で変化のあるチェンジングホログラムの作製を行い、再生像を得ることが出来た。作製時間は34時間である。

また、オブジェクトを2つ使用して切り替えを行ったが、オブジェクトをさらに増やすことで、短いアニメーションの作製を行い、さらなるホログラムのエンターテイメント性の向上を図れると考えられる。

5. 参考文献

[1] 久保田敏弘：「ホログラフィ入門 -原理と実際-」，朝倉書店，pp.50，2004

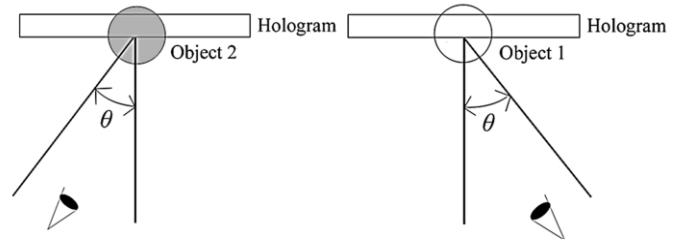


Figure 2. Move viewing point

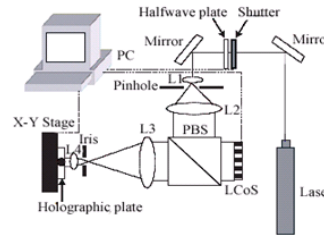


Figure 3. Schematic of the fringe printing system

Table. 1 Parameter of Fringe Printer

Focal Length (L3) [mm]	200
Focal Length (L4) [mm]	12.5
Demagnification Ratio	1/16
Pitch [μ m]	0.44
LCoS Resolution [pixels]	1,920 ×1,080



Figure 4. Perspective image of the object

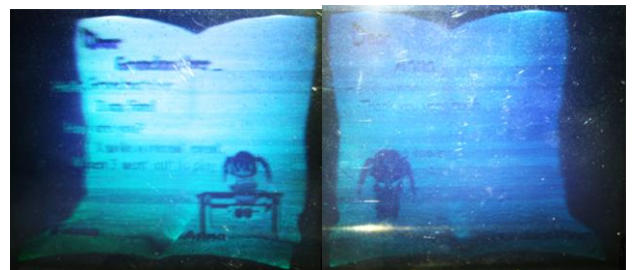


Figure 5. Reconstructed image

[2] 松岡雅：「フリンジプリンタの高精細化に関する研究」，日本大学大学院理工学研究科修士論文，2008

[3] 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

[4] 藤井知彦, 山口健, 吉川浩：“CG を利用した CGH の隠面処理改善のディスクホログラムへの応用”，映像情報メディア学会誌，62，4， pp. 527-532 (2008)