G-10

アニメーテッド計算機合成円筒ホログラムの計算手法改善

Improve calculation method of animated computer-generated cylindrical hologram

○下間仲隆[1]，山口健[2]，吉川浩[2]
*Nakataka Shimotsuma[1], Takeshi Yamaguchi[2], Hiroshi Yoshikawa[2]

Abstract: We had developed the computer-generated cylindrical hologram as 360 degrees viewable display. By changing object data according to the viewpoint, we had proposed animated computer-generated cylindrical hologram. In our previous study, since the object data was not collect, the reconstructed image shows the crosstalk. Therefore, to improve using the new calculation method.

１．まえがき

我々は計算機合成ホログラム(CGH:Computer-Generated Hologram)[1]の研究を行っている．CGH の種類の 1 つであるアニメーテッド計算機合成円筒ホログラム(ACGCH:Animated Computer-Generated Cylindrical Hologram)[2]は，視点移動によって再生像が変化する円筒状のホログラムである．これまでは，複数のセグメントに分割されたホログラム面を一度に観察する際，単視点での再生像が異なっている問題があった．そのため本報告では，仮想窓を用いた計算手法[3]を用いて正しい再生像とすることを目的とし，研究を行った．

２．原理・方法

ACGCH は, 仮想物体をホログラムに記録するため，仮想物体を 3 次元座標，位相，光強度からなる点光源データとして干渉縞を計算している．再生像は，ホログラム近傍にあり，ホログラムから離れた位置で再生像を観察するため，1 つのセグメントが多視点の点光源データから計算される必要がある．そこで，視点位置に視点数分生成された点光源データの数だけ仮想窓を配置する．仮想窓を用いて干渉縞計算時に必要となる各点光源の計算領域を求めることで，仮想窓位置から正しい再生像を観察することができる．

2-1 横視差の計算領域算出方法

Fig. 1 のように円状にあるホログラムの周囲に, 仮想窓を配置する．仮想窓は，実際に像を観察する距離に設置する．設置された仮想窓は，視点ごとに生成された点光源データの数だけ用意する．各仮想窓に対して始点座標と終点座標を定義する．

$$X_{vw} = r_{vw} \times cos\left\{n \times \left(\frac{2\pi}{divX}\right)\right\} \quad (1)$$

$$Z_{vw} = r_{vw} \times sin\left\{n \times \left(\frac{2\pi}{divX}\right)\right\} \quad (2)$$

ここで，X_{vw} 及び Z_{vw} は仮想窓の座標，r_{vw} は視点距離，n は仮想窓分割面の番号，$divX$ は仮想窓の分割数である．この座標と各点光源座標を用いて，ホログラム面との交点座標を求める．交点を求める際, 2 点間を通る直線の式(3)と円の公式(4)を連立させる．

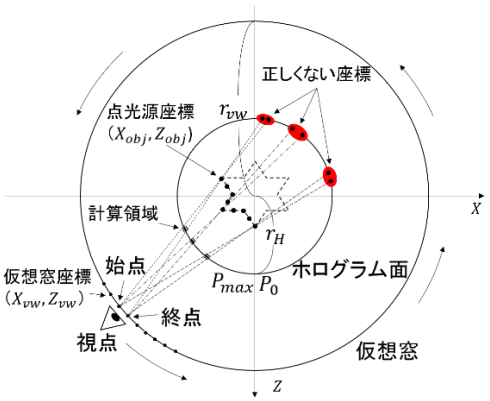

Figure 1. Method of calculating the computational domain (horizontal)

$$X_H = \frac{(X_{obj} - X_{vw})}{(Z_{obj} - Z_{vw})} \times (Z_H - Z_{vw}) + X_{vw} \quad (3)$$

$$X_H = \sqrt{(r_H)^2 + (Z_H)^2} \quad (4)$$

ここで, X_H 及び Z_H はホログラム面の交点座標である．求める交点座標が 1 つであるのに対し，式(3)，(4)からでは 2 つの交点座標が求められてしまう．このため，Fig. 1 のように仮想窓座標の値と 2 つの交点座標の値で差分を取り，小さい値を計算に用いる値とした．この交点座標が全体のホログラムの画素値に対して，どこの画素値に対応しているかを式(5)を用いて求める．

$$P_x = tan^{-1}\left(\frac{X_H}{Z_H}\right) \times \left(\frac{P_{max}}{2\pi}\right) \quad (5)$$

ここで，P_x は横方向の画素値，P_{max} はホログラム全体の画素値である．この P_x を始終点それぞれに対して算出することで，計算領域が求められる．

2-2 縦視差の計算領域算出方法

Fig. 1 の X 軸，Z 軸座標系では，縦方向の計算を求めることができないため，Fig. 2 の ρ 軸，Y 軸座標系に変換する必要がある．そのため，各仮想窓座標と各点光

１：日大理工・学部・電子情報　２：日大理工・教員・応用情報

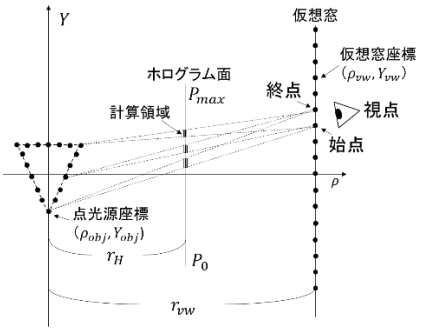

Figure 2. Method of calculating the computational domain (vertical)

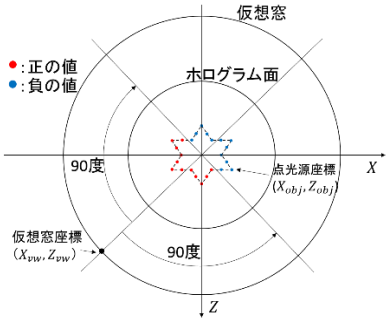

Figure 1. Method of determining value

源データに対して以下の計算を行う．

$$\rho_{obj} = \sqrt{(X_{obj})^2 + (Z_{obj})^2} \quad (6)$$

$$\rho_{vw} = \sqrt{(X_{vw})^2 + (Z_{vw})^2} \quad (7)$$

ここで，X_{obj}，Z_{obj}，ρ_{obj}は点光源座標，ρ_{vw}は仮想窓座標である．式(6)では必ずρ_{obj}が正の値になるため，Fig. 3 のように仮想窓座標から左右 90 度の範囲外であればρ_{obj}を負の値にする処理を加える．

2-3 点光源データ再配分

横視差と縦視差に関する計算領域を算出した後に，点光源データ再配分の処理を加える．これは，計算領域が付加された点光源データの画素値を参照して，各要素ホログラムごとのファイルに点光源データを配分していく処理となっている．この要素ホログラムを単視点で複数観察することで，単視点における正しい再生像を観察することができる．

３．結果

計算領域が付加された点光源データを元に，並列処理が行える CUDA(Computer Unified Device Architecture)を用いて干渉縞計算を行い，ホログラムとして出力した．パラメータ及び計算機のスペックを Table 1，2 に示す．また，1 シーンでのオブジェクトデータ(a)と本研究の再生像(b)，従来の再生像(c)を Fig. 4 に示す．(c)では，単視点で複数のシーンが観察されているため，部分的に異なる再生像となっている．これに対し(b)は，1 シーンで観察できる点光源データを仮想窓を用いて計算しているため，(a)と類似した再生像となったが，上部の点光源データが欠落していた．また，今回の新たに加えた処理により，計算領域付加には 57 分，点光源データ再配分には 46 時間 30 分であった．

４．むすび

本報告では，仮想窓を用いた計算手法により，ホログラム面に計算領域を付加させることで，視点ごとに正しい再生像とするための改善を行った．単視点において 1 シーンでの再生像が観察できたが、一部分で点光源データの欠落があったため，座標を見直し改善する．また，各計算過程の計算時間の短縮をする必要がある．

Table 1. Parameters

All	X	Y
Resolution[pixels]	1008000	140400
Pixel Pitch[μm]	0.36	0.36
Segments Number	360	65
Element Hologram[pixels]	2800	2160
Viewing Distance[m]	0.18	
Radius of the hologram[cm]	5.78	
Part	X	Y
Resolution[pixels]	98000	86400
Segments Number	35	40

Table 2. Specs of computer

Graphics Processing Unit	GeForce GTX 780Ti
Central Processingu Unit	Intel(R) Core(TM) i7-4770 CPU @ 3.40GHz
Random Access Memory	16.00 GB RAM

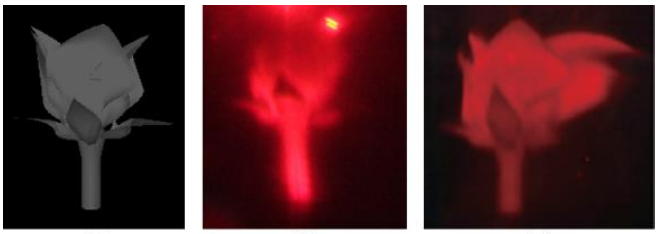

Figure 4. Object data and the reproduced image

５．参考文献

[1]P・ハリハラン著，吉川浩，羽倉弘之訳：「ホログラフィーの原理」，オプトロニクス社，2004 年

[2]前野雄一，藤井知彦，山口健，吉川浩：「アニメーテッド計算機合成円筒ホログラム」，社団法人映像情報メディア学会技術報告，ITE Technical Report Vol.32，No.18，PP.1~4，AIT2008~43(Mar.2008)

[3]安元実：「半円筒型ホログラムの隠面処理手法の改善」，2014 年度吉川・山口研究室夏期中間報告，2014 年