

計算機合成ホログラムのための点光源データ生成ソフトの改良

The improvement of the point light source data generation software

○諏訪紗耶¹, 山口健², 吉川浩²*Saya Suwa¹, Takeshi Yamaguchi², Hiroshi Yoshikawa²

Abstract : In our laboratory, we are developing a software which generates a point light source data from the CG data in order to produce a computer-generated hologram. In this software, a user inputs the parameters necessary for the point light source data and can confirm positional relationship of the 3D scene. However, if the user is not familiar with holograms, even if the positional relationship can be checked, the user does not know whether it is appropriate value. Therefore, in this research, visual support is implemented so that even the beginner can output appropriate point light source data.

1. まえがき

当研究室では、計算機合成ホログラム（以下 CGH）を作成するために CG データから点光源データを生成するソフト^[1-2]の研究を行っている。このソフトでは、ユーザーが点光源データ生成に必要なパラメータを入力し、関係を 3D シーンで確認することができる。

しかし、ホログラムを熟知していないと位置関係を確認できてもパラメータが適切な値をとっているかわからない。そのため、本研究では初学者でも適切な点光源データを出力できるように視覚的なサポートの実装を行う。

2. 原理・方法

2.1. システム概要

CGH は、ホログラムの記録過程をコンピュータ上で行ったものである。CGH 作成手順は、CG モデル構成検討、CG モデル作成、CG モデルの配置、CGH パラメータ決定、点光源生成、干渉縞計算、CGH 出力となる。本研究では、CG モデルの配置から点光源生成までの工程を行うソフトの開発を行っている。

本研究室では CGH を出力するデバイスとしてフリンジプリンタと体積プリンタ（以下ホログラムプリンタ）を用いている。そのため、CGH 作成の際には、ホログラムプリンタに対応したパラメータを設定しなければならない。しかし、初学者はホログラムを熟知しておらず、適切なパラメータ設定が難しいため、視覚的なサポートの実装を行う。

2.2. 適切なパラメータ設定に必要な条件

CGH の計算時にユーザは、オブジェクトの座標・スケール、参照光の座標などのパラメータの設定をする。従来のシステムではホログラム面の可視化を行い、ホログラム面から見たオブジェクトを確認できるように

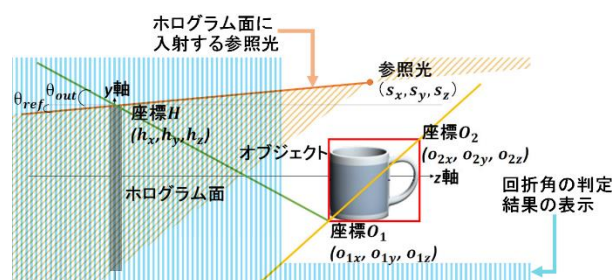


Figure 1. Outline of position relation of point light sources

なった。これにより、オブジェクトの座標やスケールの設定ミスが減らすことができた。しかし、参照光やホログラムプリンタの設定に起因するパラメータは誤った値を設定してしまうことがある。

誤った参照光パラメータとして最も多いものは、オブジェクトが Figure 1 の斜線の領域と重なる場合である。この場合、所望像と共役像、0 次光が重なるため所望像が不明瞭になってしまう。次にパラメータの誤りとして多いものは、回折角がホログラムプリンタの最大回折角を超えてしまう場合である。回折角と画素ピッチは反比例の関係にあり、本研究室のフリンジプリンタの最小の画素ピッチは $0.35 \mu\text{m}$ 、体積プリンタで用いる LCOS の画素ピッチは $4 \mu\text{m}$ と決められている。そのため、最大回折角を超えると回折光が折り返してしまい、正しい再生像を得ることができない。

そこで、ホログラム面に入射する参照光の可視化と回折角の判定を行う。

2.3. ホログラム面に入射する参照光の可視化

Figure 1 の斜線の領域を描画するには、参照光とホログラム面の上端、下端で構成されている領域を求める必要がある。そのために、3次元空間での直線の式を求める。直線の式は、参照光の座標を (s_x, s_y, s_z) とし、ホログラム面の頂点の座標を $(h_x, h_y,$

h_z) とすると式(1)で求めることができる. なお, t は媒介変数とする.

$$\frac{x - s_x}{h_x - s_x} = \frac{y - s_y}{h_y - s_y} = \frac{z - s_z}{h_z - s_z} = t \quad (1)$$

2.4. 回折角の判定

干渉縞の画素ピッチは回折角によって決定され, 回折角は参照光と物体光のなす角度で決定される. そのため参照光, オブジェクト, ホログラム面の座標が設定されていれば干渉縞の画素ピッチは式(2)で求めることができる.

$$2d(\sin \theta_{ref} - \sin \theta_{out}) \leq \lambda \quad (2)$$

ここで, 参照光の角度を θ_{ref} , 物体光の角度を θ_{out} , λ を波長, 干渉縞の画素ピッチを d とする. 計算を簡易にするため, Figure 1 のように物体を覆う直方体を考える. この時, 参照光から最も遠くホログラム面から最も近い座標を物体光としたホログラム面上端部分の回折角が最大である. オブジェクトは重心を中心に拡大・縮小をする. そのため, オブジェクトの大きさが変更されても回折角が最も大きくなるのは Figure 1 の直方体の座標 O_1 と対角線上である.

まず, 座標 O_1 で d を求めホログラムプリンタの最小の画素ピッチと比較していく. d の値に応じて座標 O_1 の対角線上に物体光の座標を動かし再度 d を求める. ホログラムプリンタで出力可能な範囲を算出できたら Figure 1 の縦線の領域を描画する.

2.5. カメラの設定

オブジェクトの位置調整時に参照光, ホログラム面, オブジェクトの位置関係を見やすくするために, TopView と SideView を取り入れる. また, カメラの遠近も調整できるようにした.

平面の SideView, 平面と円筒の TopView では, 横軸方面, 縦軸方面にそれぞれカメラを動かせるようにする. 円筒の SideView では, オブジェクトの周りを円を描くようにカメラを移動させる.

3. 結果

3.1. ホログラム面に入射する参照光の可視化

Figure 2 のようにホログラム面に入射する参照光の可視化ができるようになった. 従来のシステムでは, 初心者では参照光とホログラム面とオブジェクトが重なっていても点光源データを生成する段階では気づくことができなかった. しかし, 本研究でホログラム面に入射する参照光の可視化をすると参照光とホログラム面とオブジェクトが重なるかどうか視覚的に確認できるようになった.

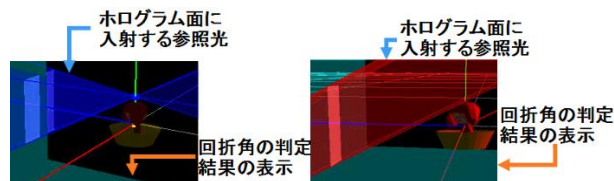


Figure 2. Results of visual support

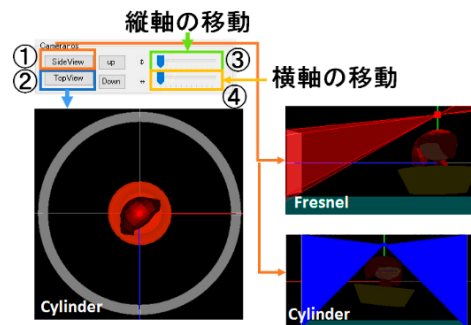


Figure 3. Result of camera setting

3.2. 回折角の判定

Figure 2 は y 軸方面, z 軸方面について回折角の判定した場合の結果である. 直線の領域のように CGH の再生像が折り返してしまう範囲の描画をすることができた.

3.3. カメラの設定

オブジェクトの位置調整時に参照光, ホログラム面, オブジェクトの位置関係を見やすくするために, Figure 3 のような機能を追加した. ①を押すと SideView に, ②を押すと TopView になる.

③のスライダーを動かすと横軸方向に, ④のスライダーを動かすと縦軸方向にカメラの位置を変更することができた. これは TopView に関しても同様である.

4. むすび

ホログラム面に入射する参照光の可視化とホログラムを正しく出力できない範囲を表示することで, 視覚的にオブジェクトが移動できない範囲の表示をすることができた.

今後の課題として, 利便性の向上のために 3D シーンに可視化された視点を押し, 視点移動を可能にすることなどが考えられる.

参考文献

- [1] 志田陽平, 山口健, 吉川浩: “KinectV2 を用いたモーションキャプチャによるアニメテッドホログラム用点光源データの生成”, 映像情報メディア学会技術報告 Vol.40, No.11, pp.169-172(2015)
- [2] 上野遼, 山口健, 吉川浩: “点光源データ生成ソフトの利便性向上”, 第 60 回日本大学理工学部学術講演会 G30(2016)