

## 動画再生を行うフレネルホログラム設計手法の開発

奈良工業高等専門学校 電子制御工学科 ○新谷大輝, ◎西田茂生

### 要旨

計算機合成フレネルホログラム(CGFH)による立体像は特別な装置なしで人の立体認識を満足させるという利点があるため, 3DTV の開発等に期待が寄せられている. 本研究では設計元の多色動画をフレーム分割し, 各々の多重 CGFH を設計することで多色動画を作成した. また多色動画を再生し, 再生像の視認性及び設計時間に対する考察を行った. その結果, 設計時間短縮により視認性が低下するものの多重 CGFH による多色動画が再生可能であることを確認した.

### 1. 緒言

ホログラフィ技術には計算機合成フレネルホログラム(CGFH; Computer generated Fresnel hologram)が多く用いられている. CGFH とはホログラムに記録される物体光と参照光の干渉縞のパターンを計算機上で求めたホログラムのことである. CGFH には 3D 眼鏡など特別な装置なしで人間の立体認識を満足させるという利点に加え, 容易に実験を行えるという利点がある. CGFH はその有用性から 3D テレビの実現などに期待されているが, 鮮明な像の再生が困難である点や計算時間が長い点などの課題から実現には至っていない.

そこで本研究では多色動画の再生を行う多重 CGFH の設計手法を提案し, 多色動画再生が可能であるかを検証したのち, 再生された動画の視認性について考察を行う. 本稿では多色動画再生を行う CGFH の設計手法を述べたのち, シミュレーションと実際の光学系を用いた動画再生実験を行い, その結果について述べるとともに再生動画の視認性についても論じる.

### 2. 理論

#### (1) 多色動画再生を行う多重 CGFH 設計法

実際には赤・緑・青色の3色でCGFHを設計するが, ここで緑要素を用いた多色動画再生多重CGFHの設計手法を説明する. 動画再生CGFHは以下の流れで設計する. その概略図を図1に示す.

- ① 設計用動画を赤・緑・青色の光の三原色の要素に分類しそれをさらにフレーム分割する.
- ② それぞれのフレームに対しCGFHを設計する.
- ③ ②で作成したCGFHを1個の多重CGFHにすることで動画再生を行うCGFHを作成する.

なお, CGFH の設計には反復法を用いた.

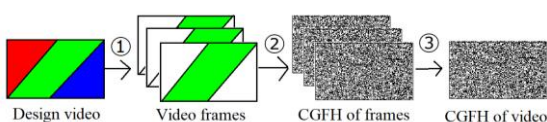


図1 カラー動画再生を行う多色CGFHの設計手法

#### (2) 視認性向上手法

CGFH の理想は設定した結像距離でのみ回折像が再生され, 設定結像距離からずれると像が消散することである. しかし実際には設定結像距離からスクリーンをずらしてもある程度回折像がぼやけて残ってしまう. よって理想的な立体像を得るためには回折像の減衰率を向上させる必要がある. そこで Gaussian 関数による回折パターンの補正を行う. CGFH 設計時でのフレネル積分の反復演算内に Gaussian 関数の演算を加えることにより, 結像距離からのずれによる回折像の強度変化に大きな変化の発生を意図的に促すことで, 結像距離からのずれによる回折像の強度の減衰率を高めることが期待できる.

### 3. 多重CGFHの設計と再生実験

#### (1) 多重CGFHによる動画再生実験の条件

2章で設計したCGFHを用い動画の再生像を確認する. 設計元となる動画は拡張子mp4, 解像度800×600pixels, フレームレート24fps, 長さ8秒及び10秒のものとし, 結像距離1m, 参照光波長は赤を632μm, 緑を532μm, 青を440μmとする.

#### (2) 設計時間と視認性の相反性確認実験

前節で設計した多重CGFHを基準にその設計時間と視認性の相反性を確認する. 前述の通りCGFHの設計には長時間を要するという欠点が存在する. 多色動画の場合, フレームレートに時間と色の数(ここでは3)を乗じた枚数の多重CGFHを設計する必要があるため, その欠点は顕著に表れてしまう. フレーム分割時に縮小し, 多重CGFH設計後に拡大することで設計時間の短縮は可能であるが, 同時にその視認性の悪化が推察される. そこで, フレーム分割した際にその辺長を次の7種類の縮小率(87.5%,75.0%,62.5%,50.0%,37.5%,25.0%,12.5%)と縮小した際の設計時間と視認性の関係を確認する. また, Gaussian関数による補正を利用した際のCGFH設計も同様に比較を行う.

### 4. 動画再生実験および視認性評価実験結果

#### (1) 動画再生実験結果

単色動画における1秒ごとの設計像を図2, 多重CGFHから得られた再生像を図3に示す. また, 動画における1秒ごとの設計像を図4, 多重CGFHから得られた再生像を図5に示す

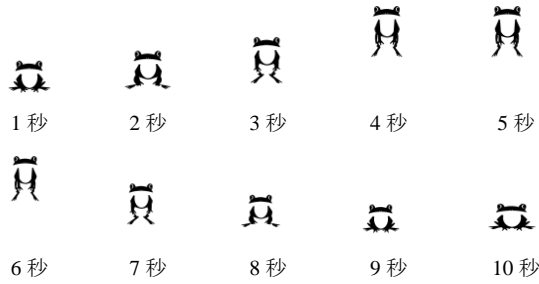


図2 単色動画の各フレーム設計像

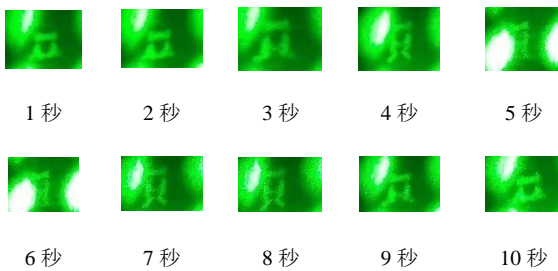


図3 単色動画の各フレーム再生像

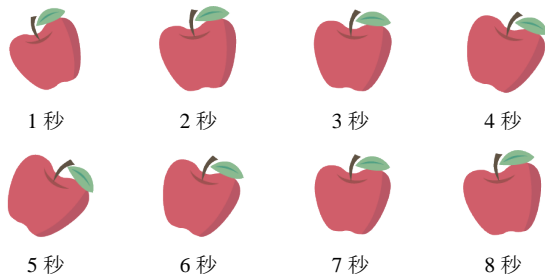


図4 多色動画の各フレーム設計像

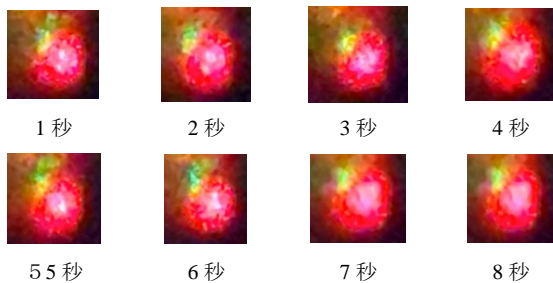


図5 多色動画の各フレーム再生像

光学系での再生より, 図3, 図5に示すフレームが切り替わり動画が再生されている様子が確認できた. しかし, 多色については光の合成を利用して多色を再現しているため, 単色に比べ光源の光強度が強くなり像が薄くなってしまっている. なお肉眼での認識は可能である.

## (2) 相反性確認実験結果

設計像縮小に対する設計時間と視認性の相反性を確認した.

その関係性を図6および図7に示す. ただし, 前節の視認性・設計像面積を100%とし, 設計時間短縮率を0%としている. また, 視認性は次式により定義する.

$$\frac{\text{再生像の光強度} - \text{ノイズの光強度}}{\text{再生像の光強度}} \times 100 \quad [\%]$$

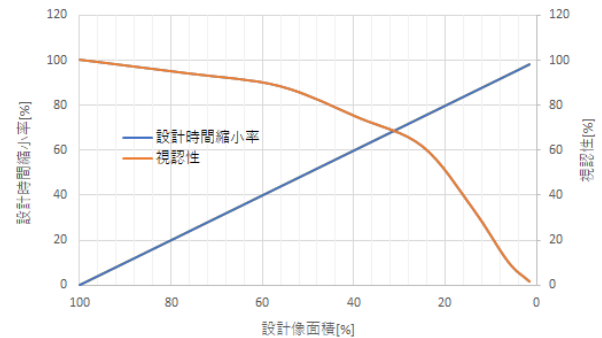


図6 従来の設計法における関係性

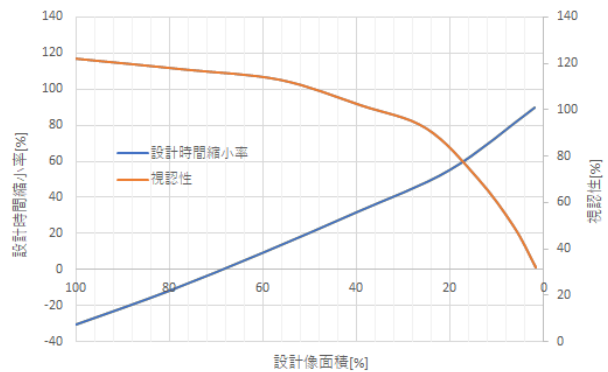


図7 Gaussian関数補正を利用した際の関係性

Gaussian関数を利用した設計法の場合, 視認性は16.7%向上したが, 設計時間は29.8%増加していることが確認できた. 設計像を縮小処理した場合, 視認性と設計時間は相反性を示しており, 従来の設計法での妥協点は縮小後の面積が31.4%の点, Gaussian関数を利用した設計法での妥協点は縮小後の面積が17.1%の点となる.

## 5. 結言

多色動画を再生する多重CGFHの設計を行い, 動画としての再生像の確認を行った. また, 従来のCGFH設計法とGaussian関数を利用した多重CGFH設計法における設計像縮小化に対して視認性が低下するという縮小率と視認性の相反性を確認した. 視認性と設計時間の兼ね合いを考慮した場合, Gaussian関数の利用は一概には適さないといえる. 設計像が画像の場合その計算量は少数であるためGaussian関数補正による設計を利用し視認性向上すべきであるが, 動画や奥行情報を追加した動画を設計像とする場合, その計算量は膨大になることから従来の手法にて31.4%に面積縮小を行う等の調節が必要であるといえる.