

全方向視差高解像度アニメテッドCGHを用いた ホログラフィックサイネージ

高田 智貴 西 寛仁 松島 恭治

関西大学 システム理工学部 電気電子情報工学科
〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35

E-mail: k802472@kansai-u.ac.jp (高田)

あらまし 大型の全方向視差高解像度CGHは人目を引くため、視点の移動に伴って再生像が変化するアニメテッドCGHを全方向視差高解像度CGHとして作製すると広告や標識としての利用が期待できる。そこで本研究では、高解像度CGHの社会実装を目的として、全方向視差高解像度アニメテッドCGH技術を用いたサイネージの作製を試みたのでこれを報告する。

キーワード 計算機合成ホログラム, アニメテッドCGH, 全方向視差

Holographic Signage Using Full-Parallax High-Definition Animated CGH

Tomoki TAKADA Hirohito NISHI Kyoji MATSUSHIMA

Department of Electrical, Electronic and Information Engineering, Kansai University

Yamate-cho 3-3-35, Suita, Osaka 564-8680, Japan

E-mail: k802472@kansai-u.ac.jp (T. Takada)

Abstract Because a full-parallax high-definition CGH (FPHD-CGH) is eye-catching, it is expected that an animated CGH, which changes its 3D image with moving the viewpoint, is useful for advertisement and signage when the animated CGH is fabricated as the FPHD-CGH. In this study, we attempt to create signages using FPHD animated CGHs for the purpose of social implementation of large-scale CGHs.

Keyword Computer-generated hologram, Animated CGH, Full-parallax

1. はじめに

コンピュータホログラフィの計算・製作技術の発展に伴い、三千億以上のピクセルを有する全方向視差高解像度計算機合成ホログラム(Full-parallax high-definition CGH, FPHD-CGH)が作製可能となった[1]。FPHD-CGHは深い奥行きを有する高精細な3D映像が再生できる特徴がある。現在では、かなりの大型化も可能となったため、社会実装に向けた応用研究が行われるようになったが、3D映像を全く変化できないことが一つの問題である。そのため、干渉縞を空間分割して所望の干渉縞のみを照明することでアニメーション再生を行う手法が提案されている[2,3]。また、水平方向視差CGHで提案された視点移動に伴い再生像が変化するアニメテッドホログラムも[4]、FPHD-CGHで実現されている[5]。これらの技術を用いることで様々な映像表現が可能になった。

本研究の目的は、全方向視差高解像度アニメテッドCGHを用いたホログラフィックサイネージを開発し、その効果を確認することである。FPHD-CGHの精細な3D立体像をユーザーの視点移動に伴い変化させることで興味を引き付け、サイネージの観賞を促

すことができると考えた。具体的には、喫煙所での禁煙啓蒙を目的とした「Smoking Sign」と、万引き防止を目的とした「Monitoring Eye」の2種類のアニメテッドCGHを設計・製作した。この内、Smoking Signについては実使用を想定したサイネージを実際に構築し、意図通りに設計できているか確認を行った。

2. 全方向視差高解像度アニメテッドCGH

2.1. 設計方法

本研究では視線の方向によって異なった3D像を再生するために、空間周波数フィルタを用いた。図1の様に、いま簡単化のため $x-z$ 平面で考え、ホログラムの法線と観察者の視線がなす角を θ とする。この時、視線方向に進む平面波の空間周波数は、

$$v = \frac{\sin\theta}{\lambda} \quad (1)$$

となる。ここで、 v は x 方向の空間周波数であり、 λ は光の波長を示す。これを用いると視線の角度に対応する空間周波数が求まるので、視線の特定の角度範囲(視域)に対する空間周波数の帯域を計算することで適切なフィルタを設計することができる。

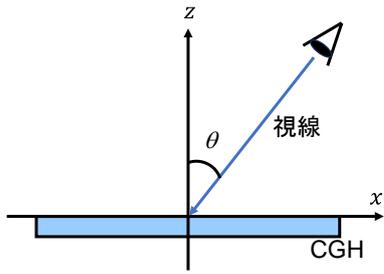


図1 視線の角度

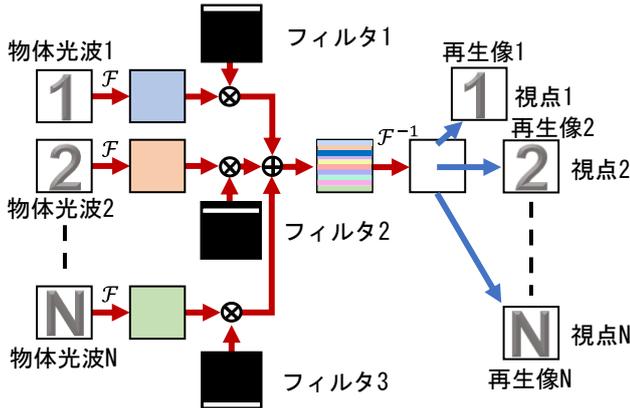


図2 周波数フィルタリングによるアニメテッドCGHの計算方法

図2に全方向視差高解像度アニメテッドCGHの設計手順を示す。図中の F と F^{-1} はフーリエ変換と逆フーリエ変換を示す。なお、ここでは垂直方向の視線変化に対するアニメーションを想定している。まず、提示したい N 個の3Dモデルの物体光波を計算し、それらをフーリエ変換することで、 N 個の物体光波の空間スペクトル群を求める。所望の3D映像を提示する視域に対する空間周波数範囲を式(1)から求め、視域を制限するフィルタを作成し、対応する空間スペクトルに乗算する。これにより、3D映像毎に光波の伝搬方向を制御することができる。

フィルタ処理されたすべてのスペクトルを足し合わせ、逆フーリエ変換を行い、最後にホログラム面まで伝搬計算することで、全方向視差高解像度のアニメテッドCGHを計算する。これにより、図3の様に視点毎に異なる3D像が再生される。

3. サイネージ「Smoking Sign」

3.1. コンセプト

水平方向の視点移動に対するアニメーションでは両眼に異なった映像が提示される瞬間が生じ、違和感の強い再生像となる。そこで、Smoking Signは垂直方向のアニメテッドCGHとし、自然に垂直方向の視線移動が生じる状況を想定している。具体的には、本サイネージは喫煙所の入口上部に設置して喫煙所の位置を提示するだけでなく、喫煙所の利用者に喫煙のリスクを啓蒙し禁煙を促すことを目的にしている。

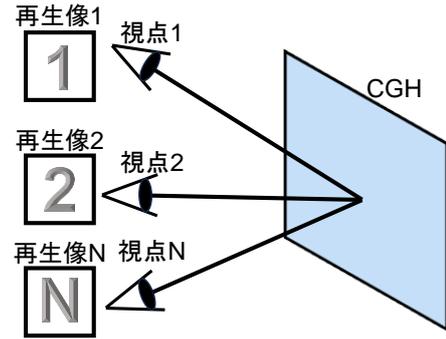


図3 アニメテッドCGHの再生像の見え方

表1 「Smoking Sign」CGHのパラメータ

ピクセル数	450,000 × 300,000
ピクセル間隔[μm]	0.4 × 0.6
設計波長 (R, G, B) [nm]	(635, 517, 443)
参照光位置(x, y, z) [mm]	(-170, 0, 400)

表2 「Smoking Sign」CGHのモデルの再生範囲

喫煙所標識	14° - 21.67°
健康な肺	6° - 14°
黒ずんだ肺	-21.67° - 6°

サイネージの設計を図4に示し、使用した3Dモデルを図5に示す。このサイネージでは、喫煙所利用者の身長を1.7mと仮定し、入口上部2mの位置にCGHを設置する。喫煙所の入口から2m離れた位置では、図5(a)の喫煙所標識の再生像が提示され、喫煙者に喫煙所の場所を示す。しかし、喫煙所に気が付いた利用者が近づくと徐々に再生像が変化し、1mまで近づくと図5(b)の健康な肺の3D像がメッセージと共に提示される。そこから更に近づき0.75mの位置に来ると図5(c)の黒ずんだ肺の3D像が再生され、

この様に、標識が喫煙による健康被害を警告する映像に変化することで喫煙者に禁煙を促す効果を期待している。

3.2. Smoking SignのFPHD-CGH

製作したカラーフィルタ方式[6]のフルカラーFPHD-CGHのパラメータを表1に示す。照明光源をCGHの横に配置したのは、垂直方向の視点移動に対して0次光や共役像が再生像と重なるのを防ぐためである。図5の各モデルが再生される範囲を表2に示す。

3.3. 光学再生像の確認実験

本サイネージを設計通り設置した様子を図6に示す。CGHや光源は3脚を使用し2mの高さにセットした。図7は想定した各視点位置から撮影した光学再生像である。同じズーム倍率では撮影位置によって撮影した像のサイズが変化して見えるため、CGHとカメラ距離を固定しカメラの位置を垂直に変化して撮影している。

なお、CGH計算時の3Dシーンの設定に誤りがあ

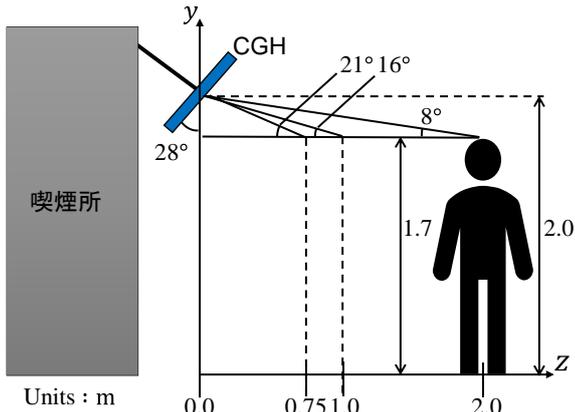


図4 「Smoking Sign」の配置設計



(a)



(b)



(c)

図7 「Smoking Sign」の光学再生像.

(a)喫煙所標識, (b)健康な肺, (c)黒ずんだ肺.

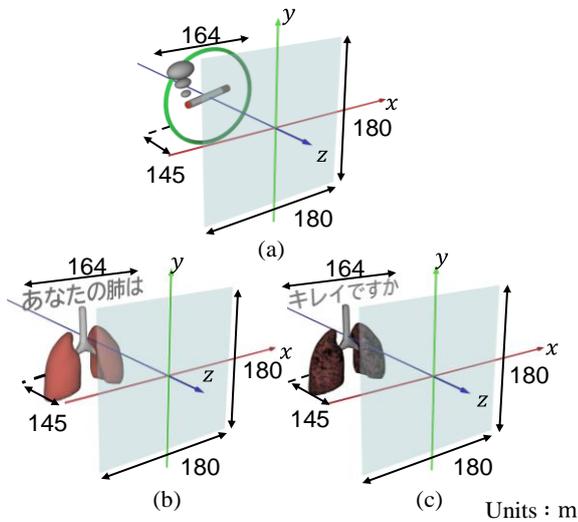


図5 「Smoking Sign」の3Dシーン.

(a)喫煙所標識, (b)健康な肺, (c)黒ずんだ肺.



図6 「Smoking Sign」の設置

り, 図7 (a)と(b)の再生像では像の上部が切れてしまっているが, コンセプト通りに再生像が変化することは確認できた.

4. サイネージ「Monitoring Eye」

4.1. コンセプト

本サイネージは万引き防止を目的としている. 図8は具体的な使用シーンを示す. 大きな目玉の瞳がサイネージを見る者の移動に合わせて変化し, 視点を移動させても, それに追従して像が変化し常に観察者を見続ける. これによって, 店舗の利用者に自身が監視さ

れていることを暗示し, 万引きなどの犯行を抑止することを期待している. ホログラフィックディスプレイの特徴として, 利用者の位置を検出して電子的にディスプレイする場合と異なり, 店舗の売り場で複数の人が様々な位置からサイネージを観察しても, その全員に同じ印象を与えることができる.

4.2. Monitoring Eye の FPHD-CGH

このサイネージでは日本の成人の平均身長から設置高さを165cmとし, 観察位置は1mとした. また, 子供などの身長が低い観察者を想定し FPHD-CGH を

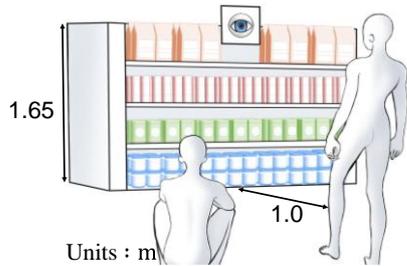


図 8 「Monitoring Eye」の想定利用シーン



図 9 「Monitoring Eye」の 3D モデルの例

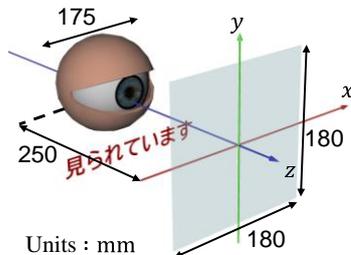


図 10 「Monitoring Eye」の 3D シーン

ピクセル数	300,000 × 450,000
ピクセル間隔 [μm]	0.6 × 0.4
設計波長 [nm]	635
参照光位置 (x, y, z) [mm]	(0, 220, 400)

傾けずに垂直に設置することを想定している。図 9 に使用した 3D モデルの一部を示し、図 10 にそれを配置した 3D シーン、表 3 にそのパラメータを示す。本サイネージは赤色のみの単色の像を再生する。水平 5 方向、垂直 5 方向で 25 の視線方向に異なった像を提示するため、使用する 3D モデルは 25 個であるが、どのモデルも瞳の位置だけ変化する。本 CGH のフィルタは式(1)を用いてフーリエ領域を均等に縦横 5 等分しており、正面付近は 12.8° でモデルが切り替わるが、見る角度が急になるとより小さい角度で像が切り替わる。

4.3. シミュレーション再生像

設計した FPHD-CGH が意図通りの 3D 像を再生できるか確認するために行った結像再生シミュレーション[7]の結果を図 11 に示す。視点の変化に合わせて目玉の視線も変化しており、意図通りの再生像が得られ

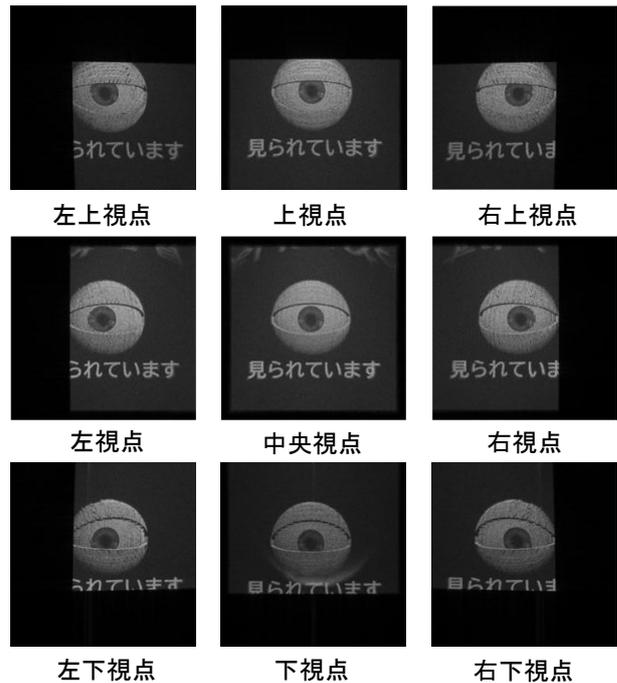


図 11 「Monitoring Eye」のシミュレーション再生像

ていることを確認した。

5. まとめ

本研究ではホログラフィックサイネージの社会実装を目的として、全方向視差高解像度アニメテッド CGH を用いて「Smoking Sign」と「Monitoring Eye」を提案した。前者では実際に FPHD-CGH を所定の位置に設置してサイネージの確認を行った。その結果、概ね想定通りのホログラフィックサイネージを構築できた。今後は、両者とも実証実験を行いホログラフィックサイネージの有用性を確認したい。また、この他にも博物館で展示できるようなサイネージについても検討しているので、実際に製作と設置を試みたい。

文 献

- [1] K. Matsushima, H. Nishi, R. Katsura, and C.-J. Lee: The 12th Laser Display and Lighting Conference 2023, LDC10-02 (2023).
- [2] R. Koiso, K. Nonaka, T. Kobayashi, and K. Matsushima: SIGGRAPH Asia 2022, Posters, 52 (2022).
- [3] 田村直樹, 西寛仁, 松島恭治: HODIC 学生シンポジウム 2023, Online, 17-20, (2023).
- [4] 湯浅尚樹, 吉川浩, 山口健, 3 次元画像コンファレンス 2020, 8-3, (2020).
- [5] 桂愛恵, 松島恭治: 第 26 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 2022, Online, ポスター, (2022).
- [6] Y. Tsuchiyama and K. Matsushima: Opt. Express **25**, 2016-2030 (2017).
- [7] K. Matsushima: "Introduction to Computer Holography," Sect. 13.3, Springer (2020).