

高解像度コンピュータホログラフィの社会実装に向けて

松島 恭治*¹

*¹ 関西大学 システム理工学部 電気電子情報工学科

概要：高解像度コンピュータホログラフィの社会実装のために不可欠な画像サイズの大型化、また、ホログラムをサイネージとして応用するために必要となる映像変化技術について報告する。

1. はじめに

現在、映画館やテーマパークでは 3D 映像技術が実用的に用いられている。一方で、2010 年頃に家電各社から一斉に発売された立体テレビや一部のゲームメーカーが発売した 3D ゲーム機は全く普及せずに立ち消えとなっている。これは、現在の 3D 映像技術では、視距離が短いと輻輳調節矛盾と呼ばれる感覚矛盾が発生し、強い違和感や疲労感、また子供では視機能の発達障害が生じるためである。現在発達が著しい AR/VR/MR で用いられるヘッドマウントディスプレイ(HMD)でも事情は同じであり、感覚矛盾による健康被害を防ぐため、連続利用時間の制限があったり概ね 13 歳以下の低年齢者の利用が禁止されていたりする。

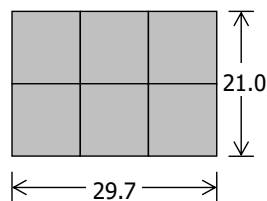
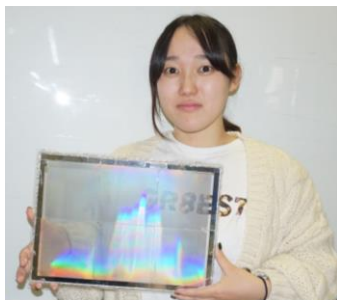
コンピュータホログラフィによって作成される全方向視差で高解像度の計算機合成ホログラム(以下、CGH)では、このような感覚矛盾を一切発生しないため、究極の 3D 映像技術と呼ばれている。実際、このような CGH では奥行き 1m 近い 3D 空間が厚さ数ミリのプレートから再生されるため、それを肉眼で見ると驚きを禁じ得ない。

しかし、コンピュータホログラフィを社会実装し、

案内板や広告などのサイネージに応用するためには二つの大きな問題点がある。一つは大きさの問題である。現時点で作製された高解像度 CGH は最大でも 18 cm 角であり、サイネージに用いるには小さすぎる。また、この 18cm 角の CGH でも、空間バンド積と呼ばれる問題のため、その画素数は 1000 億画素を上まわっている。これは 8K Ultra HDTV の約 3000 倍であり、現在の電子的ディスプレイデバイス技術では実現不可能な数字である。そのため、完全な静止画としてしか作成できず、映像変化が一切できないという問題があった。

2. タイリングによる高解像度 CGH の大型化

高解像度 CGH は、サブミクロンの画素で形成されるため、リソグラフィ等の超微細加工技術でフォ



単位: cm

図 1 3×2 枚のタイリングによって実現した A4 用紙サイズの高解像度 CGH

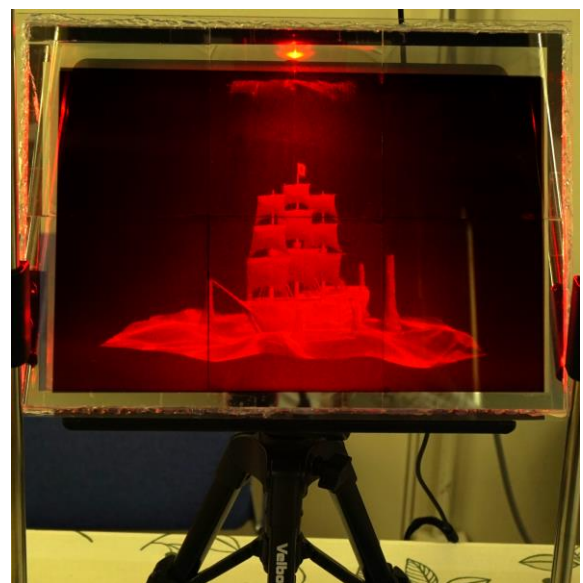


図 2 A4 用紙サイズ高解像度 CGH の光学再生

トマスクとして作製される。また、その巨大な画素数の画像を計算するためにはハイパフォーマンスコンピューティング(HPC)の技術が要求される。これが大きさに対する制約となっている。そこで、複数の比較的小さなCGHを個別に作成し、それを接合するタイリングにより大型化を目指している。

図1は、このタイリング技術により製作したA4用紙サイズ(29.7cm×21.0cm)のCGHである。また、図2はこのCGHに照明光源を照射したときの再生像の写真である。この大型CGHは10インチのフォトマスク素材に描画したCGHを3×2枚タイリングし作製しており、その総画素数は、約1900億画素に達している。6枚のタイルは厚さ3mmのポリカボネート板と2mmの亚克力板で挟み込んで固定しており、その接合線が見えないわけではないが、観察者の眼はCGHの奥に再生された3D映像に焦点を合わせずため、実際にみるとそれほど目立たないものとなっている。今後、この技術により2倍の大きさのA3サイズCGHを試作する予定である。

3. 構造化照明マッピングによる高解像度CGHのアニメーション

前述のとおり、高解像度CGHは電子デバイスによる再生ができないので、その映像を切り替えるためには紙芝居のように機械的にCGHを入れ替える必要がある。そこで、図3に原理を示したアニメーション手法を考案した^{2,3)}。この手法では、プロジェクタ等によって発生した構造化照明を精密にマッピングしてその照明パターンを切り替えることにより、1枚のCGHに統合した複数の映像フレームを選択的に再生することができる。

図4に示した4フレームの3D映像を1枚のCGHに埋め込み、照明パターンを切り替えて再生した結果を図5に示す。単一のCGHから複数のフレームを再生できていることがわかる。現在のところマッピング精度が低いため、フレーム間クロストークが発生しているが、今後は精度を上げ、埋め込みフレーム数の増加を試みる予定である。

4. まとめ

高解像度コンピュータホログラフィの社会実装として、ホログラムサイネージを作成する場合に必要な大型化技術とアニメーション技術について報告した。

参考文献

- (1) K. Matsushima, *Introduction to Computer*

Holography, Sec. 8.3 (Springer, 2020).

- (2) 松島恭治, 小中崇史, 森川 凌, 構造化照明マッピングを用いた全方向視差高解像度CGHのアニメーション, 3次元画像コンファレンス2021, 2-2 (2021).
- (3) 松島恭治, 特願 2021-57938 (2021).

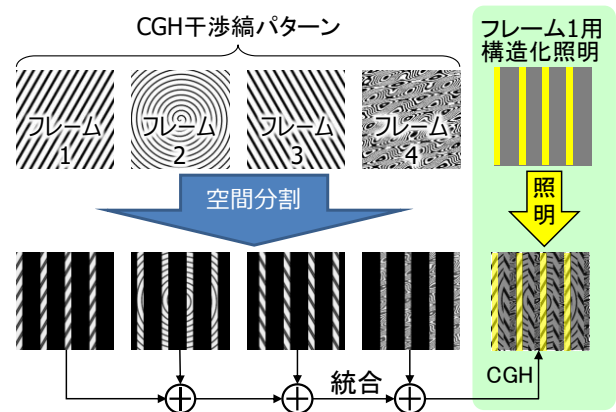


図3 構造化照明マッピングによるアニメーションの原理

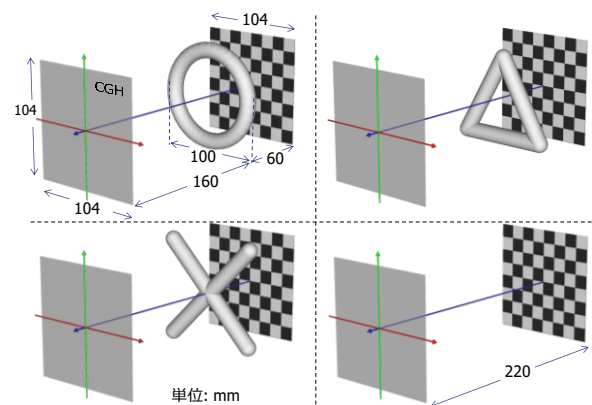


図4 単一のCGHに埋め込んだ4フレームのモデル

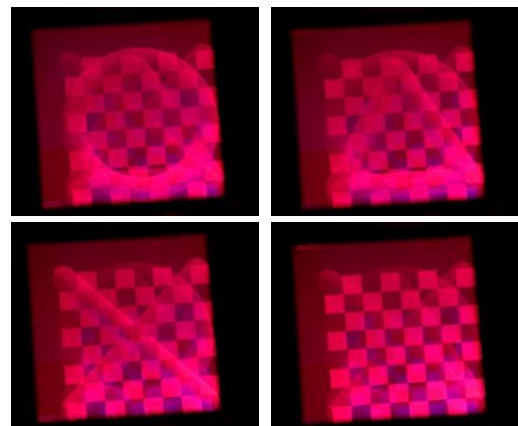


図5 単一のCGHに埋め込んだ4フレームの光学再