

マイクロルーバーとLCDを用いた 費用対効果の高いホログラムディスプレイの開発

海老澤 元^{†1,a)} 西山 瑞姫^{†1,b)}

概要：本研究では、回転 LCD とマイクロルーバーを用いた全周視認可能かつ費用対効率の高いホログラムディスプレイを紹介し、家庭用エンターテインメント機器として大量生産が可能な理想的なシンプルな設計を提案する。

1. はじめに

ホログラムディスプレイ [1] は、通常、高速投影できるプロジェクターと高速回転するスクリーン [2][3] によって構成され、複数の LED または OLED ディスプレイの構成、あるいは Andtrope の技術を使用している [4]. Andtrope はゾートローブ技術を用いており、円筒内にディスプレイを配置し側面にスリットを設けることで光を遮断する.[5]. 本研究ではマイクロルーバーフィルムを用いてディスプレイの指向性を高め、OLED や高速プロジェクターではなく標準的な LCD を使用することでコストの削減を行った.LCD の性能 (明るさやコントラスト比) は視野角によって変化する [6] が、視野角を制限することでホログラムディスプレイに利用することが可能であると考えられる. マイクロルーバーを用いた費用対効果の高い全周視認可能なホログラムディスプレイの開発とシミュレーションによる水平視差表現の実験を行い、本システムの実用性を検証する。(図 1)

2. 関連研究

実空間ビデオアバタディスプレイ [7] において試作された指向性を高めるために装着したフィルタを本研究ではより安価に作成するため一般的に普及しているマイクロルーバーを使用して制作した. また、実空間ビデオアバタディスプレイ [7] の弧状に装着されたフィルタとは異なり、今回はディスプレイの平面上に装着した. また、今回は全周カメラシステムではなく予め CG によりレンダリングされた全周映像を出力する。

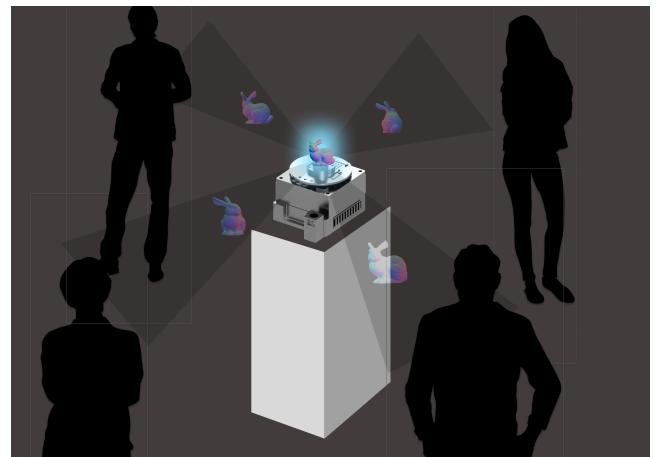


図 1 稼働時のイメージ

3. 実装

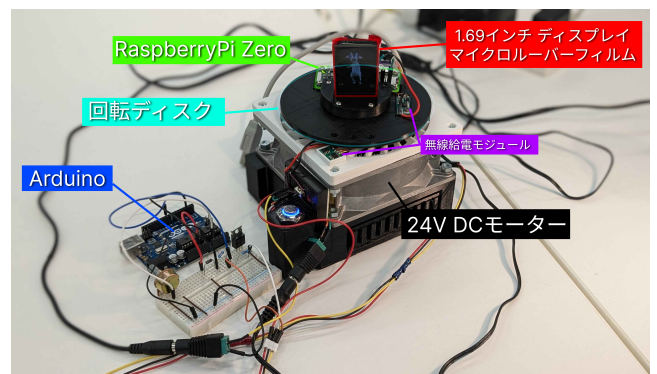


図 2 実装の概要

システムは (図 2) の通り、以下の 3 つの機構から構成される。

- ディスプレイ回転盤

^{†1} 現在、東京都立大学

^{a)} ebichebich@gmail.com

^{b)} nishiyama-mizuki@ed.tmu.ac.jp

- DC モーター
- DC モーター制御マイコン

回転盤には、小型で軽量なマイクロコンピュータである Raspberry Pi Zero と 1.69 インチのディスプレイが搭載され、映像の読み込みと出力を行う。電力は回転軸の周りを囲うように設置されたワイヤレス充電モジュールを介して供給されるため、回転中でも接触することなく外部からの給電が可能となっている。回転はパルスセンサー付きのモーターによって駆動され、センサーから取得した回転数をもとに外部の Arduino でモーターで出力電圧を調整する。構造は非常にシンプルであり連続的に動作する。マイクロルーバーはディスプレイと同じサイズのものを装着する。(図 3) マイクロルーバーは視野角を 60° とし、範囲外ではマイクロルーバーのスリッドに視野を遮られディスプレイは見えなくなる。

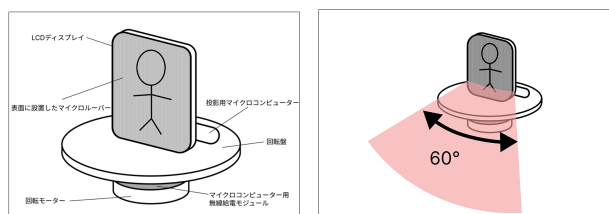


図 3 マイクロルーバーの実装

4. 水平視差の表現

本研究ではディスプレイの安定した 60FPS 映像出力が困難であったため 3DCG ソフトウェアによる水平視差表現のシミュレーションも行った。シミュレーション内で 1.69 インチのディスプレイを 600RPM で回転させ、ディスプレイの回転角 60° 毎に対応した 240 × 280 ピクセルの映像(予めレンダリング済み)を出力する。(図 4) 実物と同様に

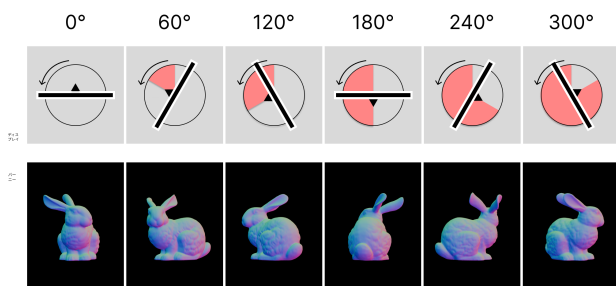


図 4 角度に応じた出力映像の切り替え

ディスプレイ表面に視野角 60° のマイクロルーバーフィ

ルムを装着することで回転時のモーションブラーを低減する。また、マイクロルーバーによって角度に対応していない出力画像の視認を防ぐことも可能である。さらにディスプレイ 1 回転を 1 フレームとしたアニメーション映像をレンダリングしてディスプレイに出力することでホログラムのアニメーションの投影が可能となっている(図 5)。

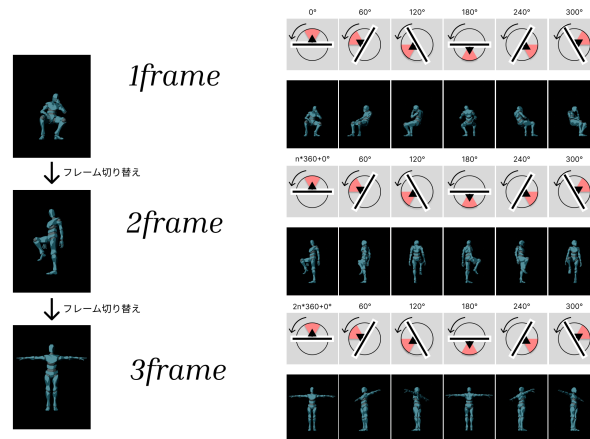


図 5 アニメーションの実装

5. システムの評価

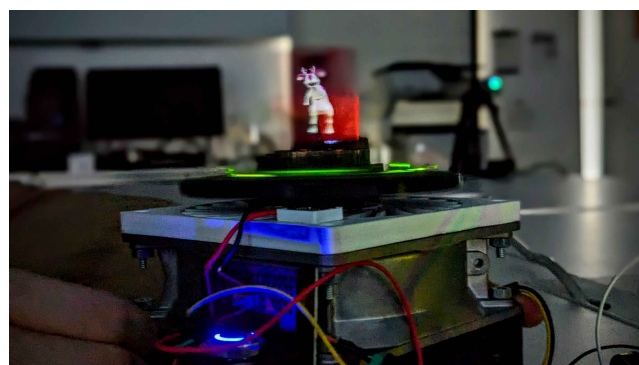


図 6 ディスプレイ使用時の様子

5.1 全周視認ディスプレイ

映像は 360° すべての角度から認識でき、アニメーションの動きも確認できた(図 6)。マイクロルーバーの有無による水平方向のモーションブラーの低減にも成功した(図 7)が、マイクロルーバーの実際の視野は 60° より大きく、完全にモーションブラーを除去することはできなかった。

5.2 シミュレーションによる水平視差の実験

フレーム同期による 360° 水平視差表現は、Blender を使用した 3D バーチャル環境で検証された(図 8)。CG によるシミュレーター上での実験にて、一貫した方向を維持した 3D ホログラムの投影に成功した。オブジェクトは 6 方

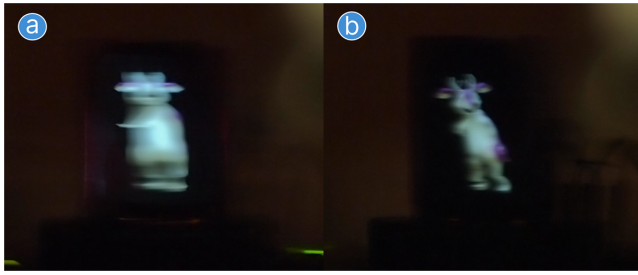


図 7 モーションブラーの低減 (a) マイクロルーバーなし, (b) マイクロルーバーあり

向に異なる映像が表示され、3D 投影として認識されたがセグメント間の境界も目立ち、ディスプレイからの光が完全に視認できない角度も確認された。

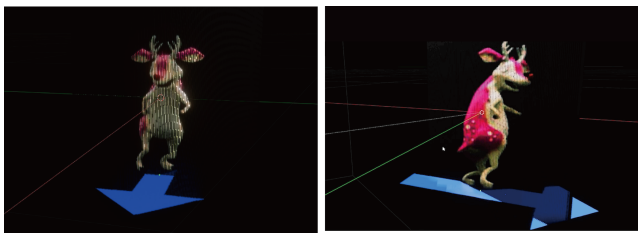


図 8 60FPS で投影した 3DCG ソフトによるシミュレーションの様子

6. おわりに

本研究では全周視認性のホログラムディスプレイの小型化且つ低コスト化に成功したが、小型ディスプレイにて安定した高い FPS 値を出力することができず、水平視差の表現を行うことができなかった。また今回は小型化したディスプレイでは装着したマイクロルーバーの実質的な視野角が 60° よりも広く、モーションブラーを完全に排除することはできなかった。今後はマイクロルーバーの視野角をより狭く調整し、ブレを軽減することを目指す。また、より高性能なシステムを実装してアニメーションのフレームレート値を上げることで、より高精度な水平視差の表現を実現できると考えられる。

参考文献

- [1] An J, Won K, Lee HS.: *Past, current, and future of holographic video display [Invited].*, Appl Opt (2022).
- [2] Yasuhiro Takaki and Junya Nakamura.: *Generation of 360-degree color three-dimensional images using a small array of high-speed projectors to provide multiple vertical viewpoints.*, Opt. Express 22, 7 (2014).
- [3] Yasuhiro Takaki and Shigeki Uchida.: *able screen 360-degree three-dimensional display using a small array of high-speed projectors.*, Opt. Express 20, 8 (2012).
- [4] Cameron Coward.: *Interesting New Holographic Display Tech Enables Riven Replica.*, 入手先 <https://www.hackster.io/news/interesting-new-holographic-display-tech-enables-riven-replica-ebd624796447> (2024.12.13).

- [5] Michael Shaub.: *A New Spin On 360 Degree Displays.*, 入手先 <https://hackaday.com/2021/07/21/a-new-spin-on-360-degree-displays/> (2024.12.13).
- [6] Hatanaka S, Morishita J, Hiwasa T, Dogomori K, Toyofuku F, Ohki M, Higashida Y.: *Comparison of viewing angle and observer performances in different types of liquid-crystal display monitors.*, Radiol Phys Technol (2009).
- [7] 廣瀬通孝, 谷川智洋, 広田光一: 「実世界情報システムプロジェクト バーチャルリアリティ研究グループ 実空間アバタと人の新しいインタラクションに関する研究成果」, 東京大学 21 世紀 COE 情報科学技術戦略コア 平成 18 年度 報告書, pp. 80-83, 2007 年.