

自由形状なスクリーンを持つ フリーフォーム 3D ディスプレイに関する検討

東 孝文^{1,a)} 金井 秀明^{1,b)}

概要：本稿では、立体的な CG 映像を立体的な映像で表現する 3D ディスプレイのスクリーン形状を異型化するフリーフォーム 3D ディスプレイについて述べる。従来の 3D ディスプレイでは球状や直方体といった単純な形状の立体的なスクリーンに映像を投影するため、スクリーンの形状と投影された映像との間には非表示空間が存在する。既に 2 次元ディスプレイでの異型化は取り組まれており、利便性の向上や制限された領域での投影などの有用性を発揮している。本ワークショップでは、提案するフリーフォーム 3D ディスプレイについて、個人やグループでの活用性の観点について検討したい。

1. 本研究の目的と課題、新しいアイデア

virtual reality (VR) を認知する手段の一つとして computer graphics(CG) を利用して映像を提示することが上げられる。一般的なディスプレイ (2D ディスプレイ) の場合、平面状のスクリーンへ映像を投影する。しかし、2D ディスプレイでは立体的な CG(3DCG) を表現する場合、2 次元平面上に射影するため Z 軸方向 (奥行き) に対する情報を欠落せざる負えない。そこで、3DCG を立体のまま映像表現する手段の一つに、立体的なスクリーンに投影をすることで立体感のある映像を表現する 3D ディスプレイがある。文献 [1] では、視聴者の視点位置を計測し複数のプロジェクタから球面状のスクリーンへ視聴者が見る位置に応じた映像を投影することにより高解像で立体的な映像を表示する。利用者は球面スクリーンの内側に仮想物体があたかも存在するかのよう錯覚する。

現在の 2D ディスプレイデバイスの課題の一つに、ディスプレイの形状が映像内容に関わらず固定されている点が上げられる。2D ディスプレイの多くは四角形であり、スマートフォンやデジタルサイネージなどはディスプレイ形状の制限の中でデザインする必要がある。また、例えば四角形のディスプレイが円形の映像を表示する場合、スクリーンと映像との間にディスプレイは非表示部分が存在してしまう。この課題に対し、「ディスプレイ形状の異型 (フリーフォーム) 化」が注目されている [2]。フリーフォームの一つに曲面ディスプレイがある。この曲面デザインによ

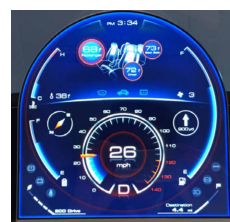


図 1 フリーフォーム 2D ディスプレイの例 (文献 [2] より)

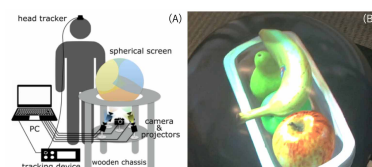


図 2 球状の 3D ディスプレイの例 (文献 [4] より)

り、コンピュータなどに接続して利用する大型のディスプレイの視認性を向上させる。また、円形や波状、穴あけといった複雑に限定された領域にディスプレイを設置する場合にも、フリーフォームディスプレイを採用することで無駄の少ない設置を可能とする。例えば、車載ディスプレイとして利用する場合にダッシュボードの曲面に適応させることでデザイン性を損なわずに設置することが可能となった (図 1)。同様の課題は立体ディスプレイにも該当すると考えられる。文献 [1] では、スクリーンの形状は限定しており、表示する映像とスクリーン形状が異なることもあり、スクリーンと映像との間に非表示空間が存在する (図 2)。本研究では、スクリーンの形状を表示する映像に一致させることで、非表示空間を削減したフリーフォーム 3D ディスプレイを開発することが目的である (図 3)。

¹ 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

^{a)} htakafumi@acm.org

^{b)} hideaki@acm.org

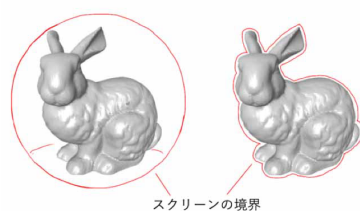


図 3 従来の球状スクリーンでの 3D ディスプレイのイメージ (A), 本研究が目指すフリーフォーム 3D ディスプレイのイメージ (B)

2. フリーフォーム 3D ディスプレイの検討

2.1 スクリーンの作成

これまでの 3D ディスプレイが直方体や球状といった単純な形状である理由の一つに汎用性を持たせる目的がある。本研究では、投影する映像コンテンツに適応した形状のスクリーンを 3D プリンタを利用して造形する。そのため、我々のシステムは従来の 3D ディスプレイとは異なり、投影する映像に特化させた異型なスクリーンを持つ。

2.2 投影画像の最適化

文献 [3] より、球面ディスプレイのプロジェクトではカメラによる画像処理を利用して一意の球面に沿った最適化を行っている。これまでの手法では、プロジェクトが格子模様の映像を球面へ投影し、球面の底に設置したカメラがその歪んだ格子模様を正す補正を行う。これにより、我々のシステムでは球面以外にも様々な形状でも同様の立体的な錯視効果を投影する。本システムでは、このシステムを改修し 3D プリンタで造形したスクリーンの形状に対応したキャリブレーションを行う。

2.3 システム構成と活用性

我々は先述した 3D ディスプレイ [1], [3], [4], [5] をもとにフリーフォーム 3D ディスプレイを開発する。我々のシステムは視聴者の視点位置を計測し複数のプロジェクトからスクリーンへ視聴者が見る位置に応じた映像を投影することにより高解像で立体的な映像を表示するシステムである。このシステムにより、利用者は球面スクリーンの内側に仮想物体があたかも存在するかのような錯覚から、立体的な仮想コンテンツを表示する。

文献 [5] のシステムはユーザーが装着するメガネ型デバイスからヘッドトラッキングすることで複数人との VR 空間の共有化した。メガネ型デバイスをアクティブシャッター方式の機能を利用し、シャッター速度と同期するように投影映像を変化させることで複数人での同時視聴化が可能となる (図 4A)。また、タブレットデバイスなどで映像を共有することで、1 人は 3D ディスプレイ、もう 1 人は別端末との連携化の機能を持つ (図 4B)。これらを機能を

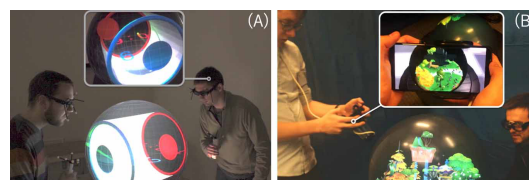


図 4 球状の 3D ディスプレイの活用の例 (文献 [5] より)

利用することで複数人での VR 空間の共有する。

3. おわりに

本稿では、フリーフォーム 3D ディスプレイの構成について述べた。本システムの目的はフリーフォームなスクリーンを使用した 3D ディスプレイを異型化である。これによりスクリーンの形状に一致した映像を投影することで非表示空間を削減することが可能と考えられる。

文献 [5] では、同じ VR 空間での供遊について取り組んでいる。ディスプレイとしての役割は映像を投影することで、人への視覚を通じた情報伝達に用いられている。我々はフリーフォーム 3D ディスプレイについて今後様々な活用の可能性を多く持つシステムになりうると信じている。しかし、3D ディスプレイそのものが十分に普及していないため、特定の課題を解決するための手段として活用することは難しい。本ワークショップでは、ポジションペーパー形式から個人やグループウェアでの活用法について、フリーフォーム 3D ディスプレイの活用性と応用について議論したい。

参考文献

- [1] Dylan Fafard, Ian Stavness, Martin Dechant, Regan Mandryk, Qian Zhou, and Sidney Fels, FTVR in VR: Evaluation of 3D Perception With a Simulated Volumetric Fish-Tank Virtual Reality Display, In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '19). ACM, New York, NY, USA, Paper 533, 12 pages, DOI: 10.1145/3290605.3300763
- [2] 田中 耕平, 那須 安宏, 野間 健史ら, FFD (Free Form Display) 技術開発, シャープ技報 第 108 号・2015 年 3 月
- [3] Q. Zhou, G. Miller, K. Wu, D. Correa and S. Fels, Automatic Calibration of a Multiple-Projector Spherical Fish Tank VR Display, 2017 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), Santa Rosa, CA, 2017, pp. 1072-1081, DOI: 10.1109/WACV.2017.124
- [4] Dylan Fafard, Andrew Wagemakers, Ian Stavness, Qian Zhou, Gregor Miller, and Sidney S. Fels, Calibration Methods for Effective Fish Tank VR in Multi-screen Displays, In Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '17), ACM, New York, NY, USA, 373-376, DOI: 10.1145/3027063.3052963
- [5] Qian Zhou, Georg Hagemann, Sidney Fels, Dylan Fafard, Andrew Wagemakers, Chris Chamberlain, and Ian Stavness, Coglobe: a co-located multi-person FTVR experience, In ACM SIGGRAPH 2018 Emerging Technologies (SIGGRAPH '18), ACM, New York, NY, USA, Article 5, 2 pages, DOI: 10.1145/3214907.3214914