

多方向に同じ大きさの画像を表示可能とする
指向性ボリュームディスプレイの開発

Development of Directional Volumetric Display that can Display Same Size Images
in Any Directions

武藤 真由香*1
Mayuka Muto

干川 尚人*2
Naoto Hoshikawa

平山 竜士*3*4
Ryuji Hirayama

中山 弘敬*5
Hiroataka Nakayama

下馬場 朋禄*1
Tomoyoshi Shimobaba

伊藤 智義*1
Tomoyoshi Ito

白木 厚司*1*6
Atsushi Shiraki

1. はじめに

近年デジタルサイネージといった画像や映像情報の伝達手段への注目が高まり、様々な情報伝達手段の開発が行われている。先行研究では、新たな情報伝達手段として、3次元空間上に映像を直接表示できるボリュームディスプレイを利用し、複数の方向に異なる2次元情報を同時に表示できる指向性ボリュームディスプレイが提案されている[1]。

先行研究で開発された糸ボリュームディスプレイは、任意の異なる複数の画像から1つの投影画像を生成し、これをプロジェクションマッピングの応用で糸に対し投影し、複数の画像を糸ボリュームディスプレイに表示する。図1に示すように、複数の画像は異なる方向から認識でき、表示されていない方向では画像が認識できない構成となっている。また、今回用いる糸ボリュームディスプレイはプロジェクタを用いて投影を行うため、図2に示すようにカラー画像や動画を任意の方向に表示が可能という特長がある。

先行研究では画像の観察位置を正面と側面に限定していたため、糸配置全体の概形を正方形としていた。しかし、今後の研究として、人物の動きに追従して2次元情報を糸ボリュームディスプレイに表示することを考えており、正方形のままでは表示する方向によって画像の端にノイズが入り、同じ大きさの画像でも見え方が異なるという問題点が起きてしまう。

そこで、本研究では異なる方向においても同じ大きさの画像を表示可能とする糸を用いる指向性ボリュームディスプレイの開発を目的とする。

2. 糸ボリュームディスプレイの構成

図3に示すように、糸ボリュームディスプレイ本体は、ホワイトボードからミシン糸を垂らすことで構成される。糸の片方の先端にはワッシャーを、もう片方の先端にはナットを取り付ける。ワッシャーがついた先端は磁石を用いてホワイトボードに貼り付け、ナットを重りとして糸を垂

*1 千葉大学工学研究院, Graduate School of Engineering, Chiba University

*2 国立高等専門学校機構 小山高専, National Institute of Technology, Oyama College

*3 東京理科大学, Faculty of Industrial Science and Technology, Tokyo University of Science, Japan

*4 日本学術振興会特別研究員, Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science, Japan

*5 国立天文台, Center for Computational Astrophysics, National Astronomical Observatory of Japan

*6 千葉大学統合情報センター, Institute of Management and Information Technologies, Chiba University

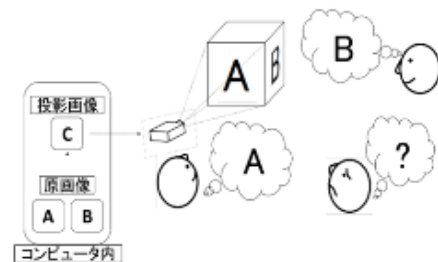


図1 指向性ボリュームディスプレイの概要

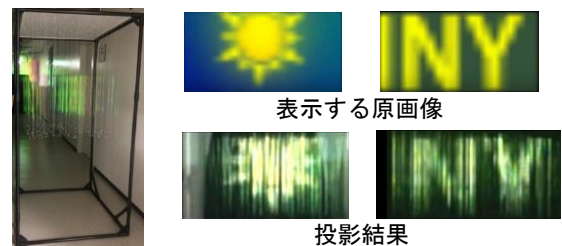


図2 糸ボリュームディスプレイ

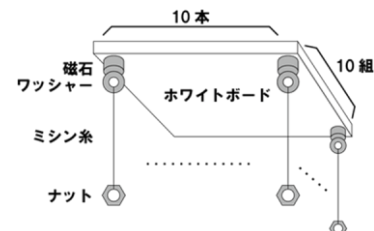


図3 糸ボリュームディスプレイの構成

らす。解像度が 10×10 ピクセルの画像を投影する場合、先行研究ではホワイトボード内に $10 \times 10 = 100$ 本の糸を概形が正方形になるよう配置した。

3. 投影画像の生成アルゴリズム

図4のような仮想空間を考える。任意の N 方向へ複数の画像を表示する場合、以下の式(1)を用いてボクセル値を計算する。なお、 $V(x, y, z)$ は座標 (x, y, z) のボクセル値、 λ は $V(x, y, z)$ を正規化するための定数、 N は表示する画像の数、 $I_i(u_i, v_i)$ は i 番目の原画像におけるピクセル値、 θ_i を1番目の座標系 (X, Y, Z) と i 番目の座標系 (u_i, v_i, w_i) がなす角度とする。算出したボクセル値を投影軸方向にピクセルごとに足し合わせ、生成された画像を投影軸に対する奥行き方向に応じて高さを調整することで投影画像を生成する[1]。

$$V(x, y, z) = \lambda \sum_{i=1}^N I_i(x \cos \theta_i + z \sin \theta_i, y). \quad (1)$$

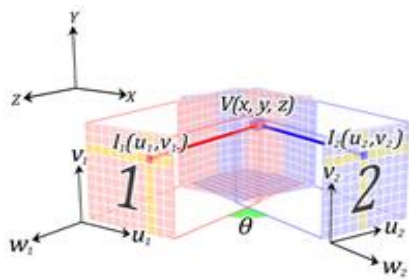


図 4 ボクセル値を記録する仮想的な空間

4. 新たな糸配置の提案

先行研究で用いられていた正方形型の糸配置では、図 5(a)に示すように表示方向によって表示したい画像以外の 2 次元情報が視界に入ってしまうという問題があった。そこで、本研究では新たな糸配置として、糸配置全体の概形が円形となる糸配置の方法を提案した。円形型の場合、図 5 (b)に示すように正方形型では視界に入ってしまった情報を取り除くことができる。

図 6 に本研究で開発した糸配置について示す。なお、図 6 は糸配置全体から 4 分の 1 の範囲を示したものである。

糸をボリュームディスプレイの中心から外周に向けて本数を増加させ糸の密度を高くすることで、表示画像の端の方の情報が極端に抜けることを防いでいる。

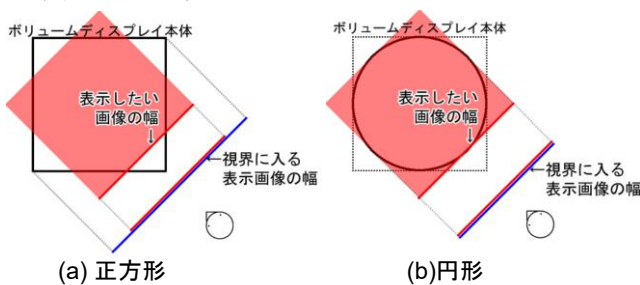


図 5 糸配置全体の概形

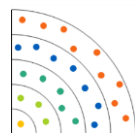


図 6 糸配置の例(10×10ピクセル画像表示)

5. シミュレーションおよび投影結果

本研究では、プロジェクタが設置されている方向を 0° とし、異なる 3 枚の画像をそれぞれ 0° 、 45° 、 90° の方向に表示した。なお、投影画像は 3 章で述べた手法により生成した。

図 7 に表示する原画像、図 8 にシミュレーション結果、図 9 に実際に投影した結果をそれぞれ示す。図 9 において、期待通りの結果が得られなかった理由として、糸の配置や光線と糸を合わせる作業は人の手で行っているため、正確に合わせるができなかったためと考えられる。

また、提案した糸配置(円形)と既存の糸配置(正方形)のシミュレーション結果の比較を図 10 に示す。既存配置である図 10(a)では赤で囲まれた部分に表示画像以外のノイズが見られるが、提案配置である図 10(b)では赤で囲まれた部分にはノイズが表示されていないことがわかる。

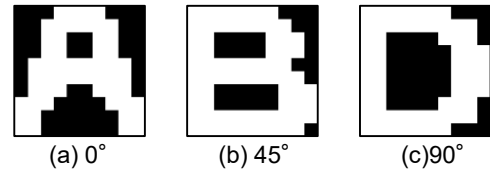


図 7 表示する原画像

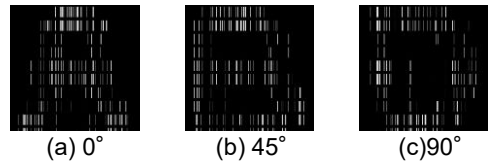


図 8 シミュレーション結果

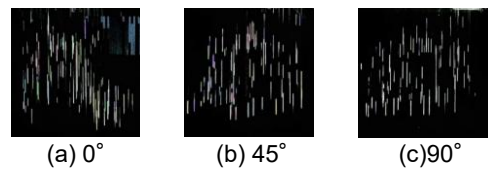


図 9 投影結果

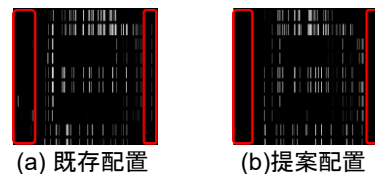


図 10 糸配置の概形による表示画像の比較(45° 方向)

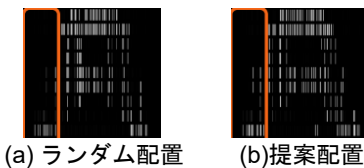


図 11 糸の配置方法による表示画像の比較(0° 方向)

さらに、図 11 には提案した糸配置と、糸を円形内で一様にランダムに配置した場合の表示画像のシミュレーション結果の比較を示す。図 11 より、オレンジで囲まれた部分を比較すると、提案配置の方が、表示画像の端の方の 2 次元情報が表示されていることがわかる。

6. まとめ

新たな糸配置を提案し、異なる方向においても同じ大きさの画像を表示可能とする指向性ボリュームディスプレイを開発した。図 10, 11 より、提案した糸配置は正面と側面以外の方向においても表示したい画像以外の情報は表示されず、糸を一樣にランダムに配置する場合より画像の端の情報が抜けていないことから、提案した糸配置は有用性が高いといえる。今後は、観察者に追従して画像を表示するシステムの導入や、表示画像のノイズの低減を行う。

謝辞

本研究は JSPS 科研費(18K11599)の助成を受けたものである。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] A. Shiraki, M. Ikeda, H. Nakayama, R. Hirayama, T. Kakue, T. Shimobaba, T. Ito "Efficient method for fabricating a directional volumetric display using strings displaying multiple images", Applied Optics, Vol. 57, Issue 1, pp. A33-A38, (2018).