

光散乱ボリュームディスプレイの プロジェクションマッピング自動化システムの開発

池田 正隆*1 白木 厚司*2 中山 弘敬*3 平山 竜士*4 角江 崇*4

下馬場 朋禄*4 伊藤 智義*4

*1 千葉大学大学院融合科学研究科 *2 千葉大学統合情報センター *3 国立天文台

*4 千葉大学大学院工学研究科

1. はじめに

先行研究[1]のような、三次元空間上に映像を直接描画するディスプレイであるボリュームディスプレイに、特定の方向に対して対応する情報を伝える指向性を持たせることで、一つのディスプレイで複数の動画像を見ることができ、先行研究[2]では7×7の糸を用いたボリュームディスプレイに対して映像を投影することで2方向にそれぞれ異なる映像を表現することができている。しかし、一般的なプロジェクションマッピングのように凹凸のある物体に映像を投影するのではなく、独立した糸それぞれに正確に映像をマッピングすることは非常に困難である。さらに先行研究[2]では糸と映像の対応付けを手作業で行っていたため、糸の位置と映像の微調整を繰り返す必要があり、時間と手間がかかってしまう。また、一度ボリュームディスプレイを構築した後移動させると、糸同士が絡まることや糸と映像の対応付けがずれることから、構築後ディスプレイとプロジェクタを動かさなくなる欠点を抱えている。

そこで本研究では糸で構成されたボリュームディスプレイへの実用的な投影システムの実現を目的とし、糸の配置をWebカメラで画像として取得した後、その情報をもとにプロジェクタの光を糸に自動で投影するシステムの開発を行う。この投影自動化システムによって、糸やプロジェクタ、ボリュームディスプレイの位置が移動しても、投影情報を再構成することで再び投影するまでの手間と時間が大幅に削減されることが期待できる。

Automatic Projection Mapping System for a Volumetric Display

*1 Masataka Ikeda, *2 Atsushi Shiraki,

*3 Hiroataka Nakayama, *4 Ryuji Hirayama, Takashi Kakue, Tomoyoshi Shimobaba, Tomoyoshi Ito

*1 Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University

*2 Institute of Management and Information Technologies, Chiba University

*3 National Astronomical Observatory of Japan

*4 Graduate School of Engineering, Chiba University

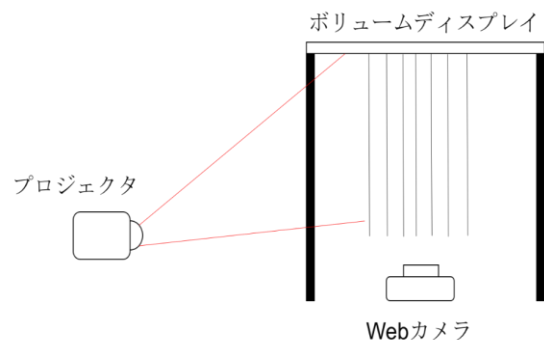


図1 実験配置の概要図

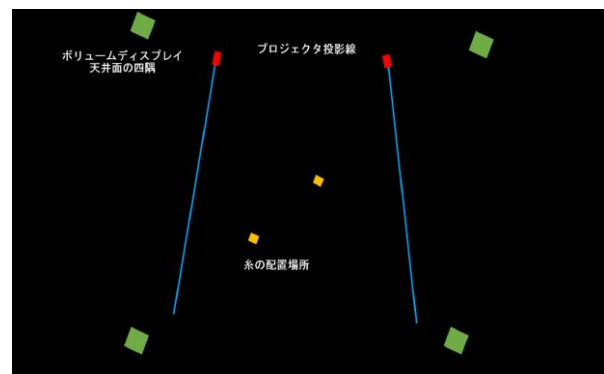


図2 天井面の概要図

2. 投影自動化システム

2.1 提案手法の概要

三次元的に配置された糸の位置を把握するため、図1のようにプロジェクタ、Webカメラ、ボリュームディスプレイを配置する。プロジェクタから両端に青線、右上部分と左上部分に赤線を持った画像を投影しWebカメラで色検出をすることで、ディスプレイと天井面の位置を対応付ける。ボリュームディスプレイの天井面の四隅および糸の配置位置には色付きのマーカを付けることで検出を可能とする。

実際に投影を行うと図2のような天井面を確認できる。図2の画像を入力画像としてプロジェクタと糸の位置を特定し、水平方向のキャリブレーションから任意の糸を光らせる。本研究ではプロジェクタの位置をプロジェクタ投影線である2直線の交点から特定するため、プロジェクタを点光源とみなす。

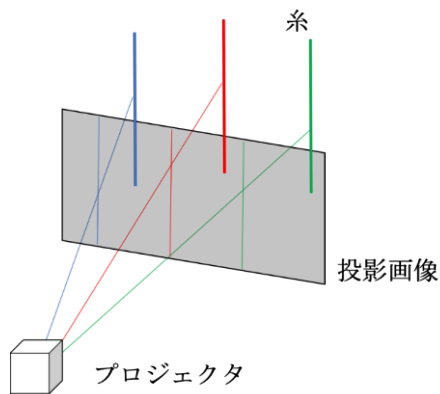


図 3 映像投影概要図

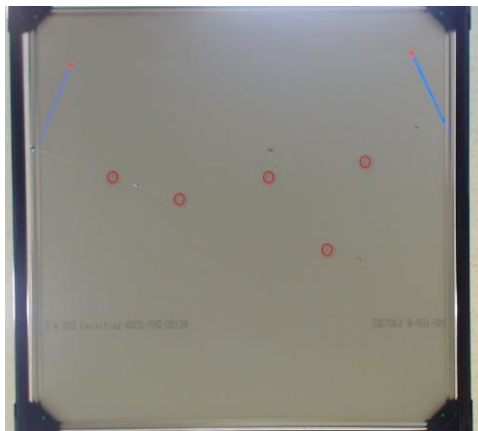


図 4 撮影された天井面

2.2 点光源の特定

図 2 の青い線はプロジェクタから投影された画像の両端の線である。この青い線を延長して交わる点が点光源の位置であり、プロジェクタの位置となる。点光源の位置は最小二乗法により求めることができる。

2.3 水平方向のキャリブレーション

点光源の位置座標と糸の位置座標を結ぶ直線上にプロジェクタの光線を投影すれば、その糸を光らせることが可能である。図 3 に映像投影の概要図を示す。図 3 のように、投影画像は点光源と糸の間を仮定して作成される。

3. 光線と糸の対応付け実験

3.1 概要

図 1 のように任意に配置された糸に光線を割り当てる実験を行う。配置した糸は 5 本で、それぞれに対して光が割り当てられるか確かめる。ボリュームディスプレイの天井は正方形のホワイトボードを採用する。糸の両端には平ワッシャーを取り付け、マグネットを用いてホワイトボードから吊るす。

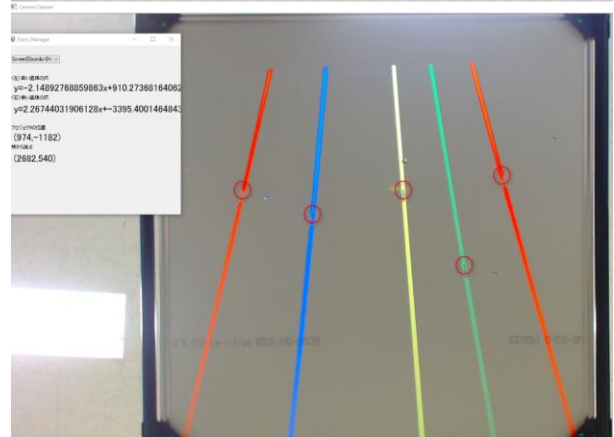


図 5 投影結果

実験で撮影した天井面を図 4 に示す。図中の緑マーカがボリュームディスプレイ天井面の四隅、赤線、青線部分がプロジェクタ投影線、赤丸の中心が糸の配置位置である。Web カメラでのキャプチャ、重心の算出や射影変換は OpenCvSharp を用いる。光線の横幅は十分に糸に割り当てられる幅である 15 ピクセルとする。

3.2 結果

実際に投影した結果を図 5 に示す。放射状に伸びている光線がプロジェクタからの光線である。画像のキャプチャから投影までにかかる時間は 3 分程度だった。これはマーカやプロジェクタ投影線を検出する時間によるものが大きいと考えられる。図 5 より、糸の配置場所に光線が割り当てられていることがわかる。また、配置された糸も全て点灯を確認できた。

4. まとめ

本研究は糸で構成されたボリュームディスプレイへの実用的な投影システムの実現を目的とし、開発を行った。提案手法を用いることで任意の糸に光線を当てることに成功した。

今後は糸の本数を増やし、配置場所をシミュレーションすることで実用性のさらなる向上を図る。

謝辞

本研究は JSPS 科研費(15K16111)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] M. Parker, "Lumarca," ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Art Gallery & Emerging Technologies, New York, 2009.
- [2] H. Nakayama, A. Shiraki, R. Hirayama, N. Matsuda, T. Shimobaba, T. Ito, "Three-dimensional volume containing multiple two-dimensional information patterns," Scientific Reports, vol.3, article number 1931, pp.1-5, Jun. 2013.