

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16111

研究課題名(和文)高指向性マルチ情報発信システムの開発

研究課題名(英文)Development of high directional multiple information transmitting system

研究代表者

白木 厚司(Shiraki, Atsushi)

千葉大学・統合情報センター・准教授

研究者番号：10516462

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、糸とプロジェクタを用いてボリュームディスプレイを作製し、指向性の高い情報発信システムの実現を目的として研究を行った。コンピュータシミュレーションによって糸の配置を計算することで、ボリュームディスプレイの作製が容易になった。その結果、345本の糸を用いてボリュームディスプレイを作製し、20×20画素の2つの映像を異なる方向から観察可能となった。さらに、ステッピングモーターを用いて指向性スピーカーを設置したターンテーブルを制御することで、任意の方向に音声を発信できるようになった。これらを統合することで、任意の位置に異なる映像と音声を発信するディスプレイが実現できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we fabricated a volumetric display using strings and a projector, and conducted study aiming at development of high directional information transmitting system. Calculation of strings arrangement by computer simulation makes it easy to fabricate a volumetric display. As a result, it was possible to observe two images of 20 × 20 pixels from different directions by fabricating a volumetric display using 345 strings. Furthermore, by controlling the turntable on which the directional speaker was placed using the stepping motor, it becomes possible to transmit the voice in any direction. By integrating these, it is possible to realize a display that transmits different movies and sounds to arbitrary positions.

研究分野：3次元表示

キーワード：指向性ディスプレイ ボリュームディスプレイ 人物追跡

1. 研究開始当初の背景

複数の情報を記録・表示する類似研究として、SIGGRAPH ASIA 2009 で発表された「Shadow Art」などがある。これらはオブジェクトに光を当てた際に投影される影によって画像を表示するというもので、得られる画像は2値化された画像となる。そのため、記録する画像の組み合わせに強い制限が設けられている。この手法に対し、我々の提案する手法では記録・表示する画像に階調を持たせることで、任意の画像を任意の枚数記録可能というものであった。

これらの手法は見る位置によって異なる画像を表示することができるという高い指向性を有している。そこでこの指向性を利用し、図1に示すように人物の位置に合わせて異なる言語で情報を発信できれば、これからの国際化社会に対応したディスプレイが開発できるのではないかと考え本研究の着想に至った。

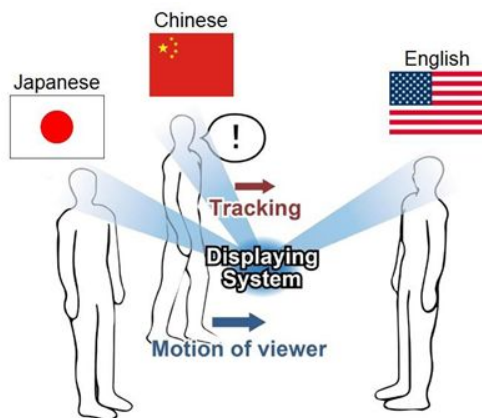


図1 指向性ディスプレイの活用例

2. 研究の目的

我々の提案した複数の画像を記録・表示する技術を用いて、3Dクリスタル加工による試作品が最初に製作された。これにより提案手法が正しいことが示されたが、3Dクリスタルでは静止画しか表示できないため、動画化を実現するためにディスプレイの電子化が求められた。そのためLED(Light Emitting Diode)を格子状に配置した発光型のポリウムディスプレイと、糸を空間内に配置し、それらの糸にプロジェクタで映像を投影する投影型のポリウムディスプレイを作製し動作の検証を行った。どちらのディスプレイにおいても動画を表現でき、また、指向性を有していることが確認できた。しかし、どちらの画像も8×8画素程度と解像度が低く、解像度の向上を目指すにあたり、LEDを用いた発光型のディスプレイでは配線によるオクルージョンが、糸とプロジェクタを用いた投影型のディスプレイでは糸の配置場所が問題となっていた。

ポリウムディスプレイを電子化することで表示する画像の更新が容易となる。そこでKinectなどのセンサを用いて特定の人物の動きに追従して情報を発信する図1のよう

なシステムを開発することを目的とした。なお、本研究では糸とプロジェクタを用いた投影型のポリウムディスプレイを採用し、解像度の向上も目的として研究開発を行った。

3. 研究の方法

8×8画素程度の解像度であれば実験的に糸の配置場所を求めることができたが、解像度を向上させるにあたり、糸の配置場所が大きな問題となる。そこで、ポリウムディスプレイの正面および側面から異なる映像が得られるような糸の配置場所を、以下の制約の下、コンピュータシミュレーションであらかじめ求めることにした。

- 制約1 正面および側面から見る際、それぞれの糸が重ならないようにする
- 制約2 プロジェクタからの1本の光線が複数の糸に当たらないように配置する
- 制約3 糸は空間内にできる限り均等に配置する

また、Kinectセンサを用いて特定の人物の位置を求めることで、その人物に映像を発信し続けられる機能を実装する。さらに、Kinectセンサで得た人物の位置情報に基づいて指向性スピーカを乗せた回転台を制御することで、映像だけでなく音声も特定の人物だけに発信できるようになる。これらの機能を実装することにより図1のようなシステムが実現できる。

4. 研究成果

先述した制約に基づき、糸の配置場所を求めるシミュレータを作成した。なお、本研究では20×20画素の解像度で映像を表示することを考え、80cm四方の空間内に400本の糸を配置するという条件の下、糸の配置場所を求めた。このシミュレーション結果を図2に示す。図2において赤い点は糸を配置した座標を表しており、青い×印は制約を満たすことができず配置できないと算出された場所を、黒い×印はシミュレーションでは配置できると算出されたが、他の糸との距離が近すぎたため配置できなかった場所を表している。結果として、400本の内358本が配置できると算出されたが、実際に配置できたのは345本であった。また、実際に作製したポリウムディスプレイを図3に示す。糸の両端にはナットが結び付けてあり、天井面のホワイトボードに磁石でくっつけている。他の糸との距離が近すぎたため配置できなかったという図2の黒い×印は、この磁石の磁力が影響している。また、ポリウムディスプレイに投影し、得られた結果を図4に示す。図4(a)、(b)は正面および側面用の原画像を、(c)、(d)は正面および側面から得られた観察画像をそれぞれ表している。

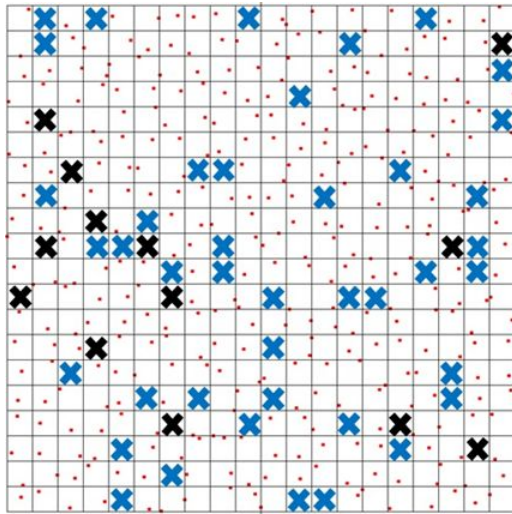


図2 系配置のシミュレーション結果

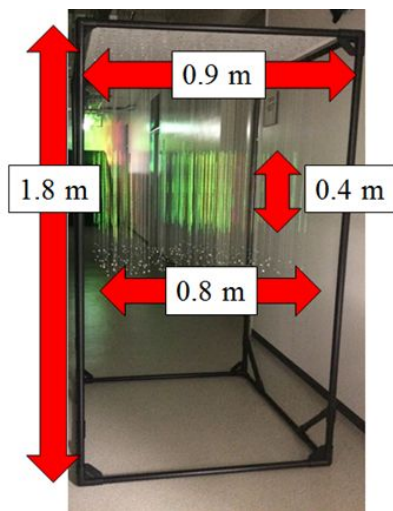


図3 作製したボリュームディスプレイ

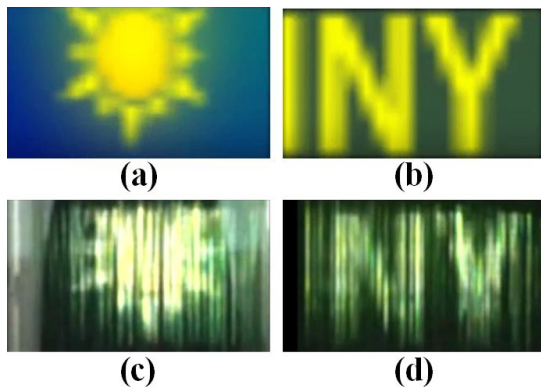


図4 投影結果。(a)正面用の原画像，(b)側面用の原画像，(c)正面から得られた観察画像，(d)側面から得られた観察画像。

図4より原画像に近い観察画像が得られていることが確認できた。また、1台のプロジェクタからの投影で異なる二つの観察画像が得られていることも併せて確認できた。

本研究ではボリュームディスプレイの正面および側面から観察するという前提で進めたが、図1のシステムのように特定の人物に追従して情報を発信できるシステムの開

発を目的としている。この機能を実現するには任意の方向に映像および音声を発信する必要があり、現在は「Kinect センサにより特定の人物の位置情報を角度で取得する機能」、「任意の角度に映像を表示するための投影画像の作成」、「指向性スピーカを設置した回転台をステップモータで制御する機能」を独立して開発している。今後、これらの機能を統合することで本研究のテーマとなっている「高指向性マルチ情報発信システム」の核となる部分が実現できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

- (1) 平山竜士, 白木厚司, 伊藤智義, ポリウムディスプレイによる指向性画像表示, 映像情報メディア学会誌, 72巻, 2018, 印刷中。
- (2) Atsushi Shiraki, Masataka Ikeda, Hiroataka Nakayama, Ryuji Hirayama, Takashi Kakue, Tomoyoshi Shimobaba, and Tomoyoshi Ito, Efficient method for fabricating a directional volumetric display using strings displaying multiple images, Applied Optics, 査読有, Vol.57, No.1, 2018, pp. A33-A38.
DOI:org/10.1364/AO.57.000A33
- (3) 白木厚司, 平山竜士, 伊藤智義, 量子ドットで立体型ディスプレイ, 画像ラボ, 27巻, 2016, pp. 45-50。
- (4) 白木厚司, 池田正隆, 中山弘敬, 平山竜士, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, ポリウムディスプレイの特性を活かした高指向性ディスプレイの開発, ホログラフィック・ディスプレイ研究会会報, 36巻, 2016, pp. 2-9。

〔学会発表〕(計9件)

- (1) Masataka Ikeda, Atsushi Shiraki, Ryuji Hirayama, Takashi Kakue, Tomoyoshi Shimobaba, and Tomoyoshi Ito, Simulation of the Projection Mapping to a Directional Volumetric Display, The 24th International Display Workshops (IDW'17), 2017, pp. 1199-1201。
- (2) 狩野綾, 白木厚司, 池田正隆, 中山弘敬, 平山竜士, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, 複数の映像を表示できる指向性ポリウムディスプレイにおける人物追跡機能の実装, FIT2017 第16回情報科学技術フォーラム, 2017。
- (3) 池田正隆, 白木厚司, 中山弘敬, 平山竜士, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, 指向性ポリウムディスプレイへのプロジェクションマッピングのシミュレ

ーション, 3次元画像コンファレンス
2017, 2017.

- (4) 池田正隆, 白木厚司, 中山弘敬, 平山竜士, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, 光散乱ボリュームディスプレイのプロジェクトマッピング自動化システムの開発, 情報処理学会第79回全国大会, 2017.
- (5) 池田正隆, 白木厚司, 中山弘敬, 平山竜士, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, 指向性ボリュームディスプレイの高解像度化手法の提案, FIT2016 第15回情報科学技術フォーラム, 2016.
- (6) 関谷信吾, 白木厚司, 大島哲平, 佐野麻里恵, 中山弘敬, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, 天体学習のための立体的な教材開発, FIT2016 第15回情報科学技術フォーラム, 2016.
- (7) 白木厚司, 池田正隆, 中山弘敬, 平山竜士, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, 高指向性多視点ディスプレイの開発, 2016年電子情報通信学会総合大会, 2016.
- (8) 白木厚司, 池田正隆, 中山弘敬, 平山竜士, 角江崇, 下馬場朋禄, 伊藤智義, ボリュームディスプレイの特性を活かした高指向性ディスプレイの開発, ホログラフィック・ディスプレイ研究会会報, 36巻, 2016, pp. 2-9.
- (9) Atsushi Shiraki, Hirotaka Nakayama, Ryuji Hirayama, Takashi Kakue, Tomoyoshi Shimobaba and Tomoyoshi Ito, "Volumetric Display Containing Multiple Two Dimensional Information Patterns," 22nd International Display Workshops (IDW'15), PRJ1-1, 2015, pp.1038-1040.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白木 厚司 (SHIRAKI, Atsushi)
千葉大学・統合情報センター・准教授
研究者番号: 10516462

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()