

空中像とレンズアレイによる3次元情報の取得

亀山 将誠[†] 河北 真宏[†]

[†]大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科 〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1

E-mail: [†] e1c19024@st.oit.ac.jp

あらまし 被写体の空中像を形成し、その結像位置にレンズアレイを配置してカメラで撮影することで、広い角度範囲の光線情報を取得する技術の研究を進めている。本報告では、空中像形成時に発生するゴースト光が光線取得に及ぼす影響を考慮し、ゴースト光の低減方法を提案して実験によりその有効性を示した。本研究ではゴースト光を除去するために、透過光線のある角度範囲に制限する光学プレートを空中像の形成光学系内に用いた。実験の結果、この光学プレートを用いることで、2面コーナリフレクタアレイにより生じるゴースト光を除去でき、表示3D映像の品質を向上できた。

キーワード 3次元映像, 空中像, ライトフィールド, レンズアレイ, インテグラル3D

Acquisition of 3D image using aerial images and lens array

Masanari KAMEYAMA[†] Masahiro KAWAKITA[†]

[†] Osaka Institute of Technology, Faculty of Information Science and Technology

1-79-1 Kitayama, Hirakata, Osaka, 573-0196 Japan

E-mail: [†] e1c19024@st.oit.ac.jp

Abstract We are researching wide-viewing-angle light-field capturing method using aerial images and lens array. In this study, the method of reducing ghost images in aerial images is proposed to enhance the 3D image quality. Privacy film that restricts the angle of transmitting light is used to reduce ghost images caused by primary reflected light in DRCA (dihedral corner reflector array). In the experiments, we confirmed that the proposed method can reduce ghost images of aerial images and enhance the image quality of integral 3D images.

Keyword 3D image, aerial image, light field, lens array, integral 3D

1. はじめに

貴重な文化財や美術品, 工芸品などの3次元情報を記録・保管することで, それらの情報は研究や教育, 展示, 保存・修復などに活用できる。特に, 物体表面から様々な方向に発せられる光線空間情報(ライトフィールド情報)には, 物体の3次元形状情報とともに物体表面の質感(光沢等)情報も含まれている。そのため, 物体表面からの光線情報を取得できる技術は, デジタルアーカイブへの応用に有用である。

一般的に実物体の3次元形状情報の取得では, 複数のカメラを用いて様々な方向から複数の視点映像から3次元形状を求める。形状表面には, 撮影映像をマッピングして3次元モデルを生成する。しかし, この方式では, 複数のカメラが必要であるとともに, 実物体の表面の質感などは表現できない。

一方, 物体の光線情報を取得・再生する方式では, 3次元情報を含む映像(要素映像)から全方向視差の3次元モデルを生成できる。また, 光線間隔を密に取得することで, 物体表面の光の反射分布特性が得られ,

光線再生型ディスプレイにより, 3次元形状が表示できるとともに, 物体表面の光沢等の質感も再現できる。

光線情報取得の従来技術として, 結像レンズとレンズアレイを用いる方法がある[1,2]。対象物をレンズで結像し, その結像位置にレンズアレイを使用する。撮影するカメラは1台でよく, シンプルなシステム構成となる。しかし, この方式では, レンズの開口数の制限により, 広い角度範囲の光線群で結像された像を得るのは困難である。

我々は, 広い視域角度範囲の光線を撮影できる方法を提案して[3], 撮影装置の開発を進めている。本方式では, 実物体の空中像を形成してその位置にレンズアレイを配置し, 出力光を単一カメラで撮影する。空中像は被写体と奥行きが逆の像となる。そのため, 空中像と凸レンズアレイで撮影した要素画像は, そのまま同じ凸レンズアレイによるインテグラル3Dディスプレイにより, 奥行きが正しい3次元映像が得られる。よって, 実被写体の光線情報を広い視域角で撮影でき, リアルタイムでインテグラル3D表示できる[3]。

本稿では、本方式における空中像のゴースト光の影響を調べるとともに、その改善策の提案と効果の検証結果を報告する。

2. 撮影方式

提案撮影方式では、再帰性反射光学素子によって光線を集光し空中像を形成する。その空中像の位置にレンズアレイを設置する(Fig.1)。再帰性反射光学素子には、本報告では2面コーナリフレクタアレイ(DCRA : Dihedral Corner Reflector Array) [4]を使用する。DCRAは微小なプリズムを面内にアレイ状に形成したものである。微小プリズム内で光線が2回反射することで、DCRAと対象物の位置に光線を集光し空中像を形成する。本方式では、空中像が被写体に対して奥行きが反転した像が結像される。そのため、凸レンズアレイで撮影した要素画像を、そのまま同じ凸レンズアレイを用いたインテグラル3Dディスプレイに表示すれば奥行きが正しい3次元映像がリアルタイムで表示できる。

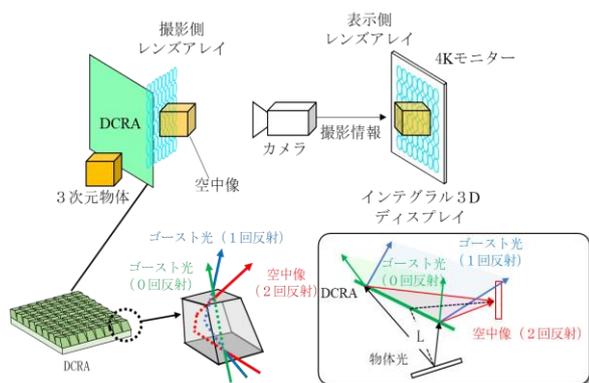


Fig.1. 空中像を用いた光線情報取得方法

3. 実験

3.1. 空中像の表示特性

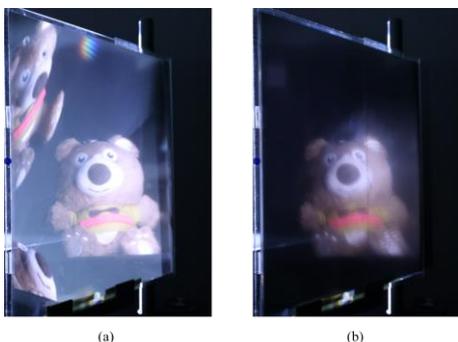


Fig.2. 空中像のゴースト光の低減効果 (a)プライバシーフィルムなし, (b)プライバシーフィルムあり

DCRAでは、微小光学ブロック内で2回反射した光のみが空中像の結像に寄与する。その他、反射せずに透過する光や1回反射光は、ゴースト光となって現れ

る(Fig.1)。そのため、実験ではゴースト光の影響を低減するためにプライバシーフィルムを用いた(Fig.2)。プライバシーフィルム表面にストライプ状に平行配列された微細なルーバーがフィルムに内蔵されており、ある角度範囲の光のみを透過するように制限する光学素子である。使用したプライバシーフィルムの光透過角度は全角60度である。

3次元映像の解像度特性は、レンズアレイ近辺の約±70mmの範囲内でナイキスト空間周波数の解像度により制限される。撮影レンズに対して空中像がDCRA側に近いほど3D映像の解像度が高い。これは空中像の解像度特性が、DCRAからの距離に依存しているためと考えられる。

3.2. 3次元映像のゴースト光除去

プライバシーフィルムを用いない場合(Fig.3(a)), 表示した3次元映像の左上にも1回反射によるゴースト光が見られる。一方、プライバシーフィルムを物体側に用いた場合(Fig.3(b)), ゴースト光は視認できないまで低減された。提案方式では、被写体と等倍率の大きさで奥行き再現性が正しい3D映像が表示できた。また、動く実物体を被写体とした場合も、リアルタイムでインテグラル3D用の光線情報を撮影・表示できることを確認した。

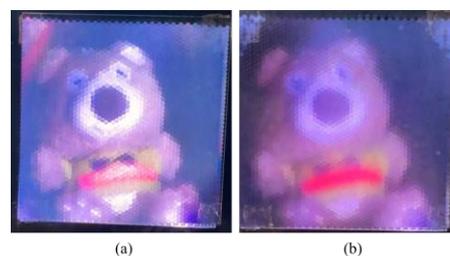


Fig.3. 3次元映像表示結果 (a)プライバシーフィルムなしの場合, (b)プライバシーフィルムありの場合

4. まとめ

プライバシーフィルムにより空中像のゴースト光が低減でき、レンズアレイを用いた3次元撮影・表示においても、ゴースト光の低減効果が得られた。今後は、プライバシーフィルムによる空中像の解像度の低下などの改善を行い撮影・表示できる3次元映像の品質向上を目指していく。

謝辞: 本研究は、JSPS 科研費 JP22H03619 の支援を受けて実施した。

参考文献

- [1] F. Okano, et al., Appl. Opt., Vol. 36, No. 7, pp.1598-1603 (1997)
- [2] J. Arai, et al., Appl. Opt., Vol. 37, No. 11, pp.2034-2045 (1998)
- [3] 前川聡, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.30 No.52, pp.49-52 (2006)
- [4] 亀山将誠, 他, 3次元画像コンファレンス 2022, 4-1 (2022)