

令和元年6月24日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H01742

研究課題名(和文) ホログラムスクリーンによる立体映像表示技術の研究

研究課題名(英文) Research on 3D display technology using hologram screen

研究代表者

山本 健詞 (Yamamoto, Kenji)

国立研究開発法人情報通信研究機構・戦略的プログラムオフィス研究企画推進室・プランニングマネージャー

研究者番号：70402469

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,200,000円

研究成果の概要(和文)：ホログラム技術で作るスクリーンと汎用プロジェクタとを使って立体動画像を表示する手法について、以下の(1)(2)(3)に書いた3つの技術を確立しながら検討し、有効であることを明らかにした。(1) 同じ凹面ミラーを並べたマイクロミラーではなく、プリズムに相当する位相をマイクロミラー内の位置に応じて各マイクロミラーに重畳したアレイなど、異なる特性の光学素子を1枚のシートに作る映像用スクリーン(ホロスクリン)の技術。(2) 汎用プロジェクタをホロスクリンに投影して動画立体像を表示する技術。(3) 本手法に適した映像を制作する技術。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ホログラフィを用いた立体映像技術には、暗室に実物を置いて原理通りに撮像・表示する技術や、ホログラフィックステレオグラム、フリンジプリンタ、波面プリンタなどがあるが、いずれも静止画用の技術であった。本技術は、波面プリンタを使いスクリーンを作り、そこにプロジェクタで映像を投影することで立体動画を表示するという、次世代映像として期待される動画技術である。光学的にどのような特性のスクリーンを設計すべきか、どのような立体映像を表現できるのかが未知であり、明らかにすることは学術的に意義があるが、それと同時に産業界へのインパクトもある。

研究成果の概要(英文)：We investigated the potentials of three-dimensional (3D) dynamic display technology that uses a screen made by hologram printing technology and a general-purpose projector. Our investigations were carried out by developing the following three techniques. (1) Technique to design and produce screens for 3D dynamic image (holoscreen), such as micro-mirrors-array screen in which there are micro mirrors and different kind of prism is optically superimposed on each micro mirror. (2) Technique to accurately project 3D dynamic image, by developing a calibration procedure that aligns any general-purpose projector and a holoscreen. (3) Technique to synthesize effective and animated 3D contents to prove this technology.

研究分野：超臨場感映像、ホログラフィ

キーワード：立体ディスプレイ インテグラルフォトグラフィ ホログラフィー コンピュータ・グラフィックス
多視点映像 キャリブレーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

左右眼のみを無理矢理作り出しているステレオ視は、見ていると目が疲れる(または目が疲れない範囲内に映像表現を留める)運動視差が無いといった課題があることもあり、残念ながら特殊用途でしか普及してない。この課題を克服するため、レンズアレイで作られているスクリーンにプロジェクタで映像を投影するインテグラルフォトグラフィ(IP)や、多視点映像の研究開発が国内外で研究されている。日本は、従来からこの分野の研究開発に取り組んでおり世界を一步リードしている状況にある。

自然な立体映像を表示するには、IPは有効な手法ではあるが、物理的にレンズを並べたスクリーンであるため、異なる光学特性のレンズを並べたり、レンズを非周期的に並べたりすることは実質的に不可能であった。その結果、光線を観察者の位置に集中するであるとか、レンズを非周期的に並べることでレンズ構造をわかりにくくするなど実現できなかった。さらには、レンズ表面において環境光の反射が目立つという課題もあった。

2. 研究の目的

ホログラム技術は光の干渉により発生する縞を利用する技術であり、表面が平らな静止画ホログラム専用材料に立体像を記録・再生できることが古くから知られている。現在ではデジタル化した静止画ホログラム技術で立体像を表示する技術も広く研究されている。この技術は、換言すればホログラムに入射する光(再生照明光)を自在にコントロールして立体像(物体光)を作る技術である。デジタル技術なため、様々な立体像を思い通りに表示できる可能性を秘めている。この技術で立体像を表示するのではなく、複雑な光学特性を持つホログラムスクリーン(ホロスクリン)を作ることで、IPが抱えている従来の課題を克服して有望な次世代動画表示技術を確立するのが本研究の目的である。つまり、計算により一つ一つのレンズ(実際はレンズに限定しない。例えば、観察者がいる方向にのみ光を作り出す光学素子)を自由に設計して独自のホロスクリンを作ることで、今までのIPでは実質的に不可能であった動画立体像を実現する。

3. 研究の方法

ホログラムスクリーン(ホロスクリン)と汎用プロジェクタとを使って映像を表示する手法について、効果を調べるため以下を並行して研究する。

- (1) 立体映像の観察位置を考慮したホロスクリンについて、生成技術を確立する。
- (2) プロジェクタで映像をホロスクリンに投影するが、その際に画素精度で正確に投影可能で、かつ簡便に実行できるキャリブレーション技術を確立する。
- (3) キャリブレーション結果を反映した映像の制作技術を確立する。

4. 研究成果

ホログラム技術で作るスクリーンと汎用プロジェクタとを使って立体動画像を表示する手法について、研究の方法に(1)(2)(3)として書いた3つの技術を確立しながら検討し、有効であることを明らかにした。

(1)については、まずは単色(緑)対応のホロスクリンで開始し、最後はカラー対応のホロスクリンを試作した。また、単純な凹面鏡ミラーを並べたホロスクリンで開始したが、0次光(反射光、最も強く観察を妨害する光)からある程度角度を持った位置に立体像が表示されるように、凹面ミラーそれぞれにプリズムに相当する位相を載せたホロスクリンを試作した。様々なシステムが実現できることを明らかにするため、特性の違うホロスクリンを複数作り実験した。

(2)については、(1)のスクリーンに合わせて、単色(緑)対応のキャリブレーション技術を確立し、次にカラー対応化した。

(3)については、ホロスクリンでの各ミラーのサイズや配置、汎用プロジェクタの画角、精彩に表示できる領域を考慮して、複数の映像を制作した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 9件)

- (1) Jorissen Lode, Jackin Boaz Jessie, Oi Ryutarō, Wakunami Koki, Okui Makoto, Ichihashi Yasuyuki, Lafruit Gauthier, Yamamoto Kenji, Bekaert Philippe, "Homography based identification for automatic and robust calibration of projection integral imaging displays", Applied Optics (2019) 10.1364/AO.58.001200
- (2) Jackin Boaz Jessie, Jorissen Lode, Oi Ryutarō, Wu Jui Yi, Wakunami Koki, Okui Makoto, Ichihashi Yasuyuki, Bekaert Philippe, Huang Yi Pai, Yamamoto Kenji, "Digitally designed holographic optical element for light field displays", Optics Letters

(2018) 10.1364/OL.43.003738

- (3) Oi Ryutarō, Chou Ping-Yen, Jackin Boaz Jessie, Wakunami Koki, Ichihashi Yasuyuki, Okui Makoto, Huang Yi-Pai, Yamamoto Kenji, “Three-dimensional reflection screens fabricated by holographic wavefront printer”, Optical Engineering (2018)
10.1117/1.0E.57.6.061605

他 6 件

〔学会発表〕(計 14 件)

- (1) K. Yamamoto, B. J. Jackin, K. Wakunami, Y. Ichihashi, M. Okui, R. Oi, “Hologram Printing for Next-Generation Holographic Display”, SPIE Photonics West (2018)
(2) B. J. Jackin, L. Jorissen, R. Oi, K. Wakunami, Y. Ichihashi, M. Okui, P. Bekaert, and K. Yamamoto, “Digitally designed HOE lens arrays for large size see-through head up displays”, Frontiers in Optics (FiO2018) (2018)
(3) B. J. Jackin, L. Jorissen, R. Oi, Y. Ichihashi, K. Wakunami, M. Okui and K. Yamamoto, “Projection type large-size integral imaging display without collimation optics using DDHOE”, The 10th International Conference on 3D System and Applications (3DSA 2018) (2018)

他 11 件

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等：なし

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名： 大井 隆太郎

ローマ字氏名：Ryutarō Oi

所属研究機関名：国立研究開発法人情報通信研究機構

部局名：電磁波研究所電磁波応用総合研究室

職名：主任研究員

研究者番号(8桁)：40443254

研究分担者氏名： 涌波 光喜

ローマ字氏名：Koki Wakunami

所属研究機関名：国立研究開発法人情報通信研究機構

部局名：電磁波研究所電磁波応用総合研究室

職名：主任研究員

研究者番号(8桁)：70726140

研究分担者氏名： 市橋 保之

ローマ字氏名：Yasuyuki Ichihashi

所属研究機関名：国立研究開発法人情報通信研究機構

部局名：電磁波研究所電磁波応用総合研究室

職名：主任研究員

研究者番号(8桁)：80593532

(2)研究協力者

なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。