

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 7 月 1 日現在

機関番号：32678
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2011～2014
課題番号：23500159
研究課題名(和文) 超深い奥行感3D裸眼画像表示システム

研究課題名(英文) A naked eye 3D image system with super deep

研究代表者
包 躍 (BAO, YUE)

東京都市大学・工学部・教授

研究者番号：20283103
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：粗なレンチキュラーレンズの焦点面多層化により超深い奥行感を提供することを目的として下記項目を実施。当初予定のプリズムと静止画で実験を行い、深い3D映像提示の可能性を確認。プロジェクタで動画式を構築、ディストーション問題を確認。LCDとマジックミラーでディストーションを改善、モアレ問題を確認。従来の裸眼3D表示にも使えるモアレ軽減法を提案。薄型化のため半透明LCDを用いた方式を提案。実環境に対応するため、自由視点3D撮影法を提案。深さ評価でHMDを検討した結果、バーチャルTVを実空間中に自由な深さに固定する方法を考案。結論、粗なレンチキュラーレンズの焦点面多層化は3D映像を深くすることができる。

研究成果の概要(英文)：The following things were done for the purpose of offering a deep feeling of depth by a lenticular lens and focal plane multilayering.1.A scheduled experiment to confirm the deep feeling was done with a still picture.2.The deep 3D movie display was made possible using a projector.However,the problem of distortion was confirmed.3.In order to solve the problem of distortion,images of two liquid crystal displays were piled by using a half mirror, but at this time, the problem of moire was confirmed.4.In the study to solve the problem of moire, a moire reducing method which can be used also for a general lenticular type naked eye 3D display was devised.5.A method of using translucence liquid crystal displays to thinning the display device was devised.6.In order to correspond to the real world, a method of photoing a free viewpoint 3D image was proposed.7.Depth evaluation considered use of a virtual TV in HMD.The method of fixing virtual TV to the free depth in the real world was proposed.

研究分野：画像工学

キーワード：裸眼3D 焦点 レンチキュラーレンズ 奥行感 モアレ

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究開始当初の2010年は3D元年と呼ばれ、CEATEC JAPAN 2010でも家電メーカー各社が裸眼立体ディスプレイを含む最新の立体テレビを競って展示し、注目を浴びた。薄型テレビや4Kテレビの次の市場は3Dテレビであることが現実味を帯びてきた。メガネなし立体ディスプレイの中では、レンチキュラー方式が既存デバイスとの整合性が良く、最も実用化が進んでいる。しかし、多視点の視差画像をレンチキュラーレンズの方向に合わせて交互に繰り返し並べて二次元的な電子表示パネルに表示する従来の立体表示装置では、視差画像が不連続に切り替わるフリップ現象が自然さを損ね、深い奥行き感を視聴者に提供することができない。

(2) 研究代表者はこれまで様々な新しい裸眼立体表示方式を提案してきた。これまでの研究を通じて、ピッチの粗いレンチキュラーレンズを使って焦点位置での画像多層化法を案出した。これであれば視差画像が切り替わるフリップ現象は生じず、画像の解像度もレンズピッチに制限されないから、レンチキュラー方式でありながらこれまでにない超深い奥行き感の3D画像を提供できると考えた。

2. 研究の目的

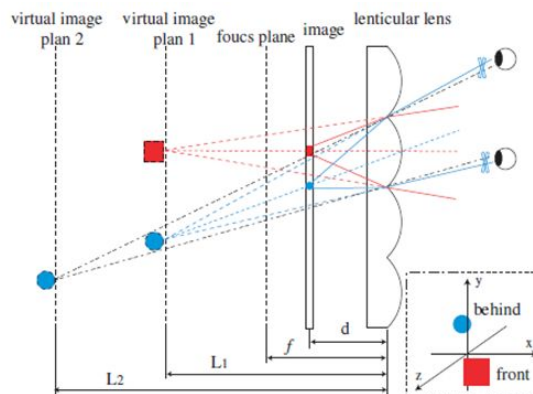
(1) レンチキュラー方式でありながらこれまでレンチキュラー方式にない超深い奥行き感の裸眼3D画像を提供できることが本研究の目的・特色である。

(2) レンチキュラー方式は裸眼立体ディスプレイのもっとも有望な方式の一つであるため、本研究の目的が実現すれば、原理的に従来のレンチキュラーを用いた裸眼3D画像表示方式の奥行き感を深くすることができ、この種の裸眼3Dディスプレイの性能を「奥行き感の深さ」という本源から高めることができる。

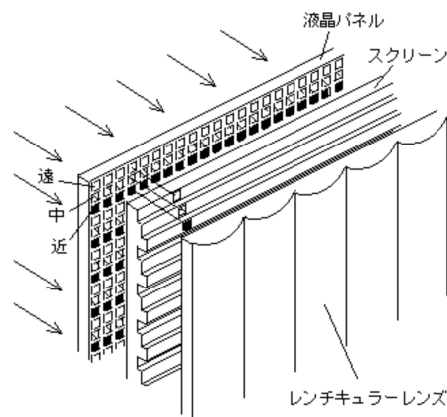
3. 研究の方法

(1) 研究方法としては表示画像を多層化し、表示する奥行き範囲を各層に分割することで表示可能な奥行き範囲を広げる。し

かし、これを実際のシステムで実施しようとすると層間距離が0.1~0.5mm程度になり、これは現存する液晶パネルの厚さよりも小さいため、現存の液晶パネルを用いる場合所望の効果が得られないと考えた。また、液晶パネルの透過率が低く、単純に多層化すると実現しても暗室など暗い場所しか使用できない問題がある。



(2) 現在使用可能なデバイスを用いて多層表示と同様な効果を得られる方法として、レンチキュラーレンズに垂直な細線状の繰り返し段差を持つ立体形状スクリーンを置き、これに画像を投影することで高さの異なる像を線分割表示する。具体的には、まずキーデバイスとなる繰り返し段差を持つ立体形状スクリーンを設計・作成する。その後、点光源(高輝度LED)+液晶パネル+繰り返し段差を持つ立体形状スクリーン+レンチキュラーレンズの構成で立体表示装置を設計し、組み立てる。CGソフトで3D画像をレンダリングして元になるレンチキュラーイメージを作成し、デプスマップを元に画像を奥行き分割する。さらに奥行き分割した画像を水平な細線にして繰り返し並べ、表示用の画像を合成する。実際に合成画像を繰り返し段差を持つ立体形状スクリーンに投影し、立体像を表示しながら検討を行った。



(3) 上記の検討結果を踏まえて、画質向上、実用性の向上、大型化などを目指して研究を展開した。

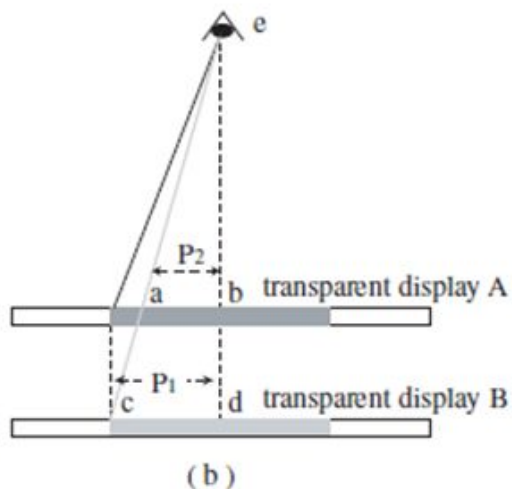
4. 研究成果

(1) まず当初の予定通り立体拡散板で静止画実験を行った。実験では深い3D映像を得られたが、予想とおりディストーションの問題も発生した。

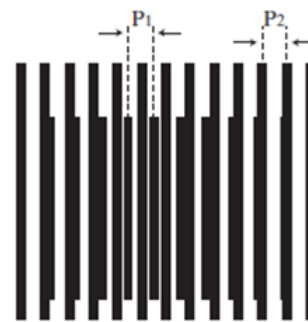
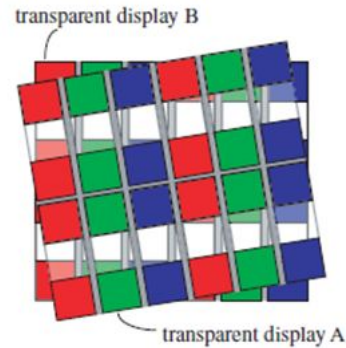
(2) ディストーションの問題の対策を検討するため、印刷媒体を用いた表示実験と複数の液晶ディスプレイをハーフミラーを用いて焦点面付近に多層化させる表示実験を行った。その結果、プロジェクタを用いないレンズ焦点近傍での画像多層化法を考案した。



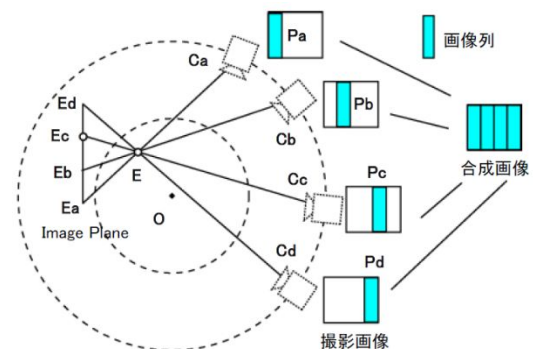
(3) ハーフミラーを用いて焦点面付近の多層化は高分解能な深い3D映像が得られる利点がある。しかし、装置が大きくなるので、薄型化の検討を行った。その結果、複数の半透明液晶ディスプレイを使う方法を考案し、試作システム用いた実験でその有効性を確認した。



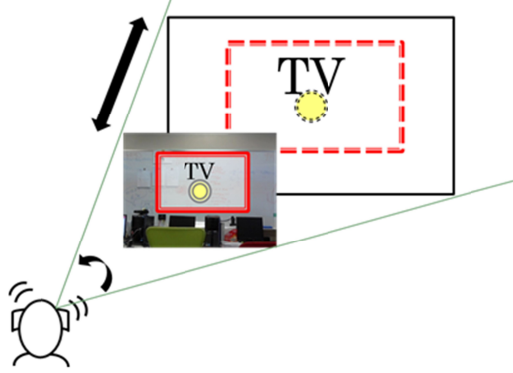
(4) 液晶ディスプレイを用いた表示実験ではモアレの問題は想像以上顕著に表れた。その問題解決に有効な画素配置法について検討した。その結果、従来のパラ裸眼3D表示にも使えるモアレ軽減法が考案された。



(5) これまでの実験では表示用の元画像はCG内での撮影により取得していたため、実写画像による取得法について検討した。その結果、考案した自由視点3D撮影法が適用可能であることが分かった。



(6) 表示画像の深さを評価するため、HMDを用いて特定の深さの映像提示を可能にする方法について検討した。その中でバーチャルTV面を実空間中の自由な深さに固定する方法が考案された。



(7) 本研究の最終結果としては、スクリーン面を物理的に削らないで光線を屈折させるだけで1枚の動画ディスプレイをレンチキュラー焦点面で多層化する方法など様々な形式を検討した。透過性の問題やモアレの問題、表示深度の境界問題を解決したため、複数の液晶ディスプレイを積層する方法が最も高画質で深い3D画像を提供可能である結果が得られた。また、大型化に対応するため、複数のディスプレイによる視野統合やプロジェクタを用いる方法も進めたが、まだ満足できる結果が得られていない。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

Ryo HARASHIMA, Yue BAO, A Virtual TV System Using Head-mounted Display with Stereo Camera, World of Computer Science and Information Technology Journal, 査読有, Vol. 5, No. 5, 2015, pp.69 - 74

顧飛、包躍、中田 崇行、スケーリング補間を用いた全方位自由視点立体画像の生成、画像電子学会論文誌、査読有、Vol.44、No.1、2014、pp.44 - 53

平野雅之、包躍、バリア式裸眼3D表示法のモアレ対策及びバリア印刷、日本印刷学会誌、査読有、Vol.50、No.3、2013、pp.259 - 266

顧飛、中田崇行、包躍、“一台のカメラを用いた全方位自由視点立体画像の生成”、画像電子学会論文誌、査読有、

画像電子学会論文誌, Vol.40, No.4, 2011. P 687-694

[学会発表] (計13件)

Ryo HARASHIMA, Yue BAO、A Virtual TV System Using Head-mounted Display with Fish-eye Cameras, 2nd International Conference on Communication Technology and Application, Paper ID:T084, 2015, Bangkok

Ryo HARASHIMA, Yue BAO, Virtual TV using a Head-mounted Display. Joint Conference of the International Workshop on Advanced Image Technology and the International Forum on Medical Imaging in Asia. Paper ID:356, 2015, Tainan

Kazuki Hida, Yue BAO, Hironari Matsuda, Takayuki Nakata, Development of four projector system with glasses, International Workshop on Advanced Image Technology, 2013 pp.834-838, Nagoya

渠源、包躍、顧飛、古村晴紀、透過式ディスプレイを用いた深い3D映像の裸眼立体表示、画像電子学会第264回研究会講演予稿、264、2013、pp.87-92

原嶋 瞭、包躍、ヘッドマウントディスプレイにおける疲れのない3D動画表示、画像電子学会 第264回研究会講演予稿 264, 2013、pp. 99-103

古村晴紀、包躍、奥行き感の深いIP式裸眼3D動画表示、アドバンティシヨンプジウム2012(ビークルオートメーション研究会、計測自動制御学会共催) 2012、CD-ROM Paper ID:p9

力丸拓、包躍、フライアイレンズを用いた印刷媒体による動画表示、アドバンティシヨンプジウム2012(ビークルオー

トーション研究会、計測自動制御学会
共催)、2012、CD-ROM Paper ID:p8

包 躍、牧田直樹、カメラを用いた複数
3D ディスプレイの自動視野統合、電子
情報通信学会技術研究報告(メディア工
学研究会). IE, 画像工学. 112(291),
2012、pp. 59-64

平野雅之、包 躍、バリア式裸眼 3D 表
示法の高解像度対策及びバリア作成、電子
情報通信学会技術研究報告(メディア工
学研究会). IE, 画像工学. 112(291),
2012、pp. 53-58

F.Gu. T.Nakata. Yue BAO, A Method
for Generating and Displaying a Free
View 3D Image, System Integration
(SII), 2011 IEEE/SICE International
Symposium on System Integration,
2011, pp 277 – 282, Kyoto

Tatsuya Haga, Yue BAO , Fei Gu,
Capturing Multiview 3D Using A
Lenticular Lens, System Integration
(SII), 2011 IEEE/SICE International
Symposium on System Integration,
2011,pp.951 - 955, Kyoto

平野雅之、包 躍、裸眼 3D 表示法の高解
像度対策、アドバンティ 2011 シンポジウ
ム講演論文集(ビークルオートメーショ
ン研究会主催)、2011、CD-ROM Paper
ID:1C-3

牧田 直樹、包 躍、複数 3D ディスプレ
イの視野統合、アドバンティ 2011 シン
ポジウム講演論文集(ビークルオートメ
ーション研究会主催)、2011、CD-ROM
Paper ID:1C-5

[図書] (計 1 件)

包 躍ほか、裸眼 3D グラフィクス、朝
倉書店、2012、2 章

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

包 躍 (BAO Yue)

東京都市大学・知識工学部・教授

研究者番号 : 20283103