

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 24 年 3 月 31 日現在

機関番号：34506
 研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20700112
 研究課題名 (和文) 超多眼表示による凸レンズ方式浮遊立体映像ディスプレイに関する研究

研究課題名 (英文) 3D Display System Using Viewing Control Effect by Optical Lens Film
 研究代表者

阪本 邦夫 (SAKAMOTO KUNIO)
 甲南大学・知能情報学部・准教授
 研究者番号：80315655

研究成果の概要 (和文)：

本研究は、立体ディスプレイ装置の実現に関する一手法について研究したもので、メガネを着用することなしに、両眼視差による立体視を実現するため、凸レンズによる視差分離と同様の機能を有する光学フィルムを用いて、小型軽量の装置を実現した。液晶パネルと光学フィルムの配置を設計することで、比較的簡単な構成により、特殊メガネを着用することなく、立体映像を観察できる立体ディスプレイ装置を実現することができた。

研究成果の概要 (英文)：

We developed a glasses-free 3D stereoscopic display using an LCD display panel and a view control film for stereoscopic 3D viewing. The observer can independently watch overlapped stereoscopic images for left and right eyes without special glasses such as polarized glasses.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：3次元画像工学

科研費の分科・細目：情報学 メディア情報学・データベース

キーワード：バーチャルリアリティ、立体映像、立体ディスプレイ

1. 研究開始当初の背景

ヒトは3次元空間の中で生活を営んでおり、現実世界と同様の映像を提供可能なディスプレイが完成すれば、計算機が作り出した現実世界と見分けのつかない仮想的な映像空間の中で、様々な体験が可能となる。このような高臨場感表示を実現するためには、空中に浮遊するような映像表現、高解像度表示による高精細な映像、そして映像中の物体が実際の

空間上に存在するような臨場感を伴う立体映像表示などの機能を有するディスプレイが必要である。3次元空間上の任意の位置に情報オブジェクト(情報ウィンドウ)や立体映像の提示が可能になれば、カーナビゲーションでの右左折地点の指示や、工場プラント配管等の異常箇所の情報を、実在する3次元空間上の物体と重畳表示(物体の位置と映像による拡張情報の提示位置が一致する情報表示)

させることのできる3次元計装システムを実現でき、現在の2次元ディスプレイ上で行われている情報提示に比べ、拡張・補強された情報提示を行うことが可能になる。また、情報表示のみでなく、操作者の「指差し」指示により適切な情報を選択的に表示したり、映像空間の中にある物体に直接手で触れてみるなどといったインタラクティブ操作を、現実世界で行っているのと同様な動作で実現できれば、ユーザにとって自然で使いやすい情報システムを構築することも可能になる。このようなインタラクティブ操作を、現実世界で行っているのと同様な動作で行うためには、メガネなどの補助器具を用いることなく映像空間に介入でき、疲労感を伴わずに長時間使用することも重要な要素となる。このような立体映像表示を高解像度の浮遊映像で実現することにより、3次元映像による仮想現実感を用いた遠隔地間での高臨場感立体映像通信システムなどの高度な利用環境においても十分に適応可能なシステムを構築できるものと考えている。

2. 研究の目的

私たちは3次元空間の中に存在しており、映像による表現も3次元であることが望ましい。それゆえ、ヒトが見ている3次元の実空間と同じような高臨場感の映像空間を再現することができる立体ディスプレイについて様々な研究が行われている。立体映像の表示方法には、両眼視差を利用した両眼立体視方式をはじめ、空間に切断面を再現する奥行き標本化方式、物体からの光線を高密度で再現する超多眼式、ホログラフィによる光波面再生など、様々な方式が提案されているが、立体映像とのインタラクションを実現できる表示装置としては、少なくとも次の5つの要件を満たしていることが望ましい。

- ① 多人数での鑑賞が可能
- ② 左右映像の2画面同時表示により高画質表示を実現
- ③ 常に正立体視状態での観察のため逆視を防止できる(左(右)眼映像は左(右)眼でのみ観察可能)
- ④ すべての観察位置で左右映像の分離が可能(左(右)眼映像観察位置に制限がない)
- ⑤ 長時間の使用においても疲労感を伴うことなく立体映像の観察ができる

これまでの立体表示の研究では、観察者の移動に伴い異なる方向からの映像観察も可能な運動視差を実現できる多眼式も提案されているが、本研究では立体映像表示に必要な表示映像の情報量を考慮して、左右で異なる映

像を観察することで立体視を行う2眼式の立体表示を取り扱う。2眼式の立体視には、アナグリフ(赤青メガネ)方式や液晶シャッタ方式などのメガネ方式、パララックスバリア方式やレンチキュラ方式などのメガネなしで立体映像を観察できる方式が提案されている。このうち、立体シアターシステムとして実用化されている偏光メガネ方式には、メガネ着用の必要があるが①～④の要件を満たしているという優れた特徴がある。また、超多眼式の立体表示では、①～④の特性に加え、⑤の特性もあわせて実現されているが、立体映像表示に必要な情報量が非常に大きく、機械走査系を用いた複雑な光学系を有しているため、普及型の装置としては利用することが難しい。そこで、申請者はメガネなどの補助器具を使用することのない立体映像の表示を実現すべく、従来のパララックスバリア方式やレンチキュラ方式などのメガネなし方式において、偏光子を利用することで①の特性に加え、②～④の特性も同時に実現する方法を模索してきた。その結果、レンズによる照明光束の収斂作用を利用した視点追従方式を採用し、左右映像の提示を液晶セルの2重積層構造で実現することにより、偏光を利用し左右映像分離光学系の構造を簡素化した立体映像システムを完成することができた。このシステムは、互いに直交する偏光照明光束を、観察者の位置に応じて制御することで、視点追従・逆視防止、多人数鑑賞が可能なシステムに、積層液晶セルによる左右映像の提示方法を組み込むことで、左右2画面による高画質表示を実現できる立体映像システムである。この装置の完成により、メガネなしで①～④の特性を同時に満たす立体表示装置を実現できる。本研究では視差光束を偏光状態により個別に制御できる特性を活用して、従来より少ない表示視差数で⑤の特性を擬似的に実現する手法により、①～⑤の特性を全てあわせもつ立体ディスプレイの開発を目指す。

3. 研究の方法

観察者の視点位置に左右映像の光束を入射させるために、凸レンズ方式ではレンズによる光の収斂作用を利用して、左右映像の分離および視点追従を実現する。左右眼の視差光束の収斂位置(観察視点位置)を個別に、かつ自在に調整できるため、多人数で、どこでも常に正しく立体映像を鑑賞できる立体ディスプレイ装置を構築できるのが、凸レンズ方式の特徴である。本研究では、研究目的に記載した①～④の特性を備え持つ凸レンズ方式の立体表示装置の映像表示原理を改良し、

⑤の疲労感なく長時間使用できる機能を実現できる立体ディスプレイ装置を完成させる。

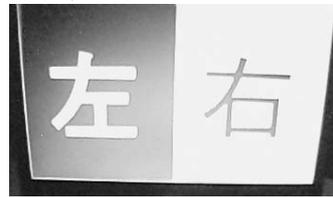
凸レンズ方式では、レンズ前面に透過型の液晶ディスプレイパネルをライトバルブ（光弁）として配置し、視差光束の光強度を制御することで立体映像表示を行う。高解像度の立体映像空間を構築する要素技術として、積層した2枚の液晶パネルにより視差光束を倍密度で生成するとともに、光の振動方向（偏光）が互いに直交する映像を、偏光フィルタを用いて選択的に抽出できる性質を利用して映像分離を行う手法を、凸レンズ方式メガネなし立体ディスプレイに組み込み、瞳に複数の視差光束が入射する「超多眼表示」を実現可能な、高臨場感立体映像ディスプレイ装置について研究する。

4. 研究成果

「超多眼表示」による3次元映像の表示方法を、メガネなし立体映像表示が可能で、観察者の眼の移動にも追従させることのできる凸レンズ方式に適用し、偏光を利用して複数の映像を同時に表示することにより高解像度の立体映像表示を実現可能な凸レンズ方式超多眼立体ディスプレイを開発し、直接手で触れることのできる空中に浮遊する立体映像を提供可能な高臨場感立体映像空間の構築を行う。実在する物体が存在する場合には、レンズの調整に合わせて網膜に投影される映像の一部分に焦点ボケの状態が生じるはずであるから、バーチャルな立体映像を本装置で表示する場合にも、このレンズの調節に合わせて、網膜に投影する映像にボケを与えれば、実在の物体を見ている場合と同じ感覚に陥り、ヒトの脳がリアルかバーチャルな物体かを区別することなく立体映像を見ることができないかというアプローチで高品質の立体表示を疑似的に実現することを目指す。表示映像に適切なボケを与えることで、実際に眼球が物体を捉えている場合と同様の生理的状態を、仮想の立体映像表示を行っている場合にも再現し、両眼視差、焦点調節ともに矛盾のない立体映像表示を行うことで、長時間使用しても疲労感を伴うことのないバーチャルな立体映像表示を実現する映像技術を確立するため、コンピュータグラフィックスによる適切なボケを有する画像生成を行った。

また、凸レンズと同様の効果を、光学フィルムを用いて実現する手法についても検討を行った。この試作した立体ディスプレイは、液晶パネルと両眼立体視を実現するため左右の視差映像を融像する機能を備えた特殊光学フィルムを用いたメガネ無し立体ディスプレイ装置である。現在市販されている放送用3D対応ディスプレイ（いわゆるデジタ

ル放送対応テレビでメガネ着用型の3D表示機能が備わっているもの）向けに放送されている3D立体放送番組を、3D表示非対応のデジタル放送対応テレビで視聴すると、ハイビジョン対応の横長の画面が左右に2分されて、左側に左眼用の映像が、右側に右眼用の映像が画面に表示された状態のテレビ番組放送となる。視力トレーニングのために書籍に左右ページに分離して印刷された左右画像を融像して飛び出す映像を観察する場合には、比較的容易に立体感を得ることも可能であるが、最近のデジタル放送対応テレビは、大画面のものが低価格で入手可能になり、大画面表示で左右に別れて表示された映像を直視して、眼の機能（より眼）を駆使して立体感のある立体映像を知覚することはかなり難しい。そこで、液晶パネルの前面に光学フィルムを配置し、この光学フィルムの光の光路変更・調整機能を利用することにより、画面の前方から液晶パネルを観察しているヒトの眼には、図1のように液晶パネル上では左右に分かれている左右眼用の映像を、同一位置にシフトして重ね合わせることで、より眼を駆使せずとも容易に立体視を実現できるようにした。この光学フィルムの採用により、左右の視差映像を高速で切り替えて表示するなど立体表示のための特殊設備が不要となり、従来からあるテレビ画面を左右に分けて、左眼用画像・右眼用画像を左右に並べるだけで、立体映像を簡単に楽しめるようになった。



(a) 左眼用画像・右眼用画像



(b) 左眼用画像・右眼用画像の融像

図1 光学フィルムの融像機能

図1のように、光学フィルムの機能により、左眼・右眼用の視差映像を同一位置に重ね合わせることができ、これらの映像を利用して立体視を行うためには、メガネ着用型の3D表示のように、同一位置に表示されている左右眼用の映像を適切に、左眼用映像は左眼のみに、右眼用映像は右眼のみに届くように配光しなければならない。この左右映像の分離にも、同じ光学フィルムを活用した。この光学フィルムには、図1に示した融像機能

とともに、角度による可視・不可視の選択（角度の差異による選択的光透過）機能も備わっており、この角度選択性を活用して、左右視差映像の分離を実現した。図2は、この角度選択性の効果を示したもので、左方から光学フィルムを観察すると、フィルム奥にシフトした物体像（偽の像）が観察されるが、右方から観察すると、実物体および偽の像ともに遮光され、光学フィルムの左側に位置する物体の像は、右方からは全く観察されない状態を実現できる。



(a) 左方からの観察



(b) 右方からの観察

図2 光学フィルムの角度選択性機能

ヒトの左右の眼の間隔は、大人と子供で多少差があるが、概ね65ミリと言われており、この間隔に適するように、図3のように液晶パネルと光学フィルムの配置を設計することで、比較的簡単な構成により、特殊メガネを着用することなく、立体映像を観察できる立体ディスプレイ装置を実現することができた。

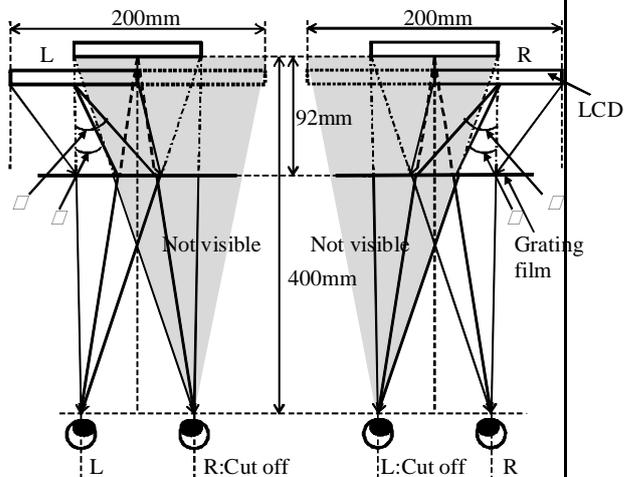


図3 立体ディスプレイ用光学配置

（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3件）

- ① Kunio Sakamoto, 「360 Degrees All-Around View Displaying Using Viewing Angle Control Technique」, *Ferroelectrics*, 査読有, Vol. 394, pp. 40 - 53 (2010)
- ② Kunio Sakamoto, 「Glasses-Free 3D Display System Using View Control Film for Stereo Image Separation」, *Ferroelectrics*, 査読有, Vol. 394, pp. 54 - 67 (2010)
- ③ Kunio Sakamoto, 「Dual Layer LC Panels for Polarization Control to Display Invisible 2D Code」, *Ferroelectrics*, 査読有, Vol. 394, pp. 68 - 79 (2010)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阪本 邦夫 (SAKAMOTO KUNIO)

甲南大学・知能情報学部・准教授

研究者番号：80315655

5. 主な発表論文等