偏光パララックスバリア方式多視点立体ディスプレイの試作

Multi-view 3D Display Using a Parallax Polarizer Barrier

正会員 阪本 邦夫[†], 高木 美和[†]Kunio Sakamoto[†] and Miwa Takaki[†]

Abstract A display system requiring no special glasses is useful for 3D images. The parallax barrier display system has superior characteristics, such as having a planar screen and a thin panel. However, a conventional multi-view parallax barrier display system has disadvantages such as having images with divided horizontal resolution. We described a newly developed four-view display with a parallax polarizer barrier. This 3D display could avoid problems of conventional systems and viewing positions of parallax images could be arbitrarily arranged.

キーワード：立体映像，多眼立体表示，パララックスバリア，3D ディスプレイ，視点間隔

1. ま え が き

医療，教育，CAD/CAM など様々な分野へ3次元画像技術が応用されており¹⁾，VR システムをはじめ，空間型のインタフェース²⁾を実現するための映像装置として立体映像表示装置が利用されている．しかし，立体映像表示装置の制約により，現時点では広視野（広空間）かつ高精細（高画質）な3次元映像空間を作ることは難しく，また，コンピュータの提示する情報は，2次元表示のほうが適している場合もあり，その場合には，実在のモニタ装置と同等の解像度による映像提示が必要不可欠である．そこで筆者らは，高精細な立体映像空間表示が実現されるまでの中間システムとして，プロジェクタの投影映像による作業空間の構築，液晶ペンタプレット装置によるモニタ解像度での入出力操作，立体ディスプレイによる3次元映像情報の提示など，機能ごとに複数の映像装置を用いることにより，相互の欠点を補完するハイブリッドなシステム構築を目指している³⁾．このワークスペースシステムでは，従来型の2眼式の立体映像表示装置を利用していたが，今回，液晶パネルの映像が偏光特性を有していることに着目し，偏光パララックスバリアを用いて多視点化を行った．本報告では，視差混成画像の画素分割を液晶パネルの奇数・偶数ラインに振り分けることにより，多視点化に伴う解像度劣化を防ぐとともに，観察視点位置の間隔を任意に設計することのできる立体ディスプレイの試作について報告する．

2. 立体ディスプレイの多視点化

2.1 パララックスバリア方式の原理

図1はパララックスバリアにより視差映像が分離される原理を示したものである．パララックスバリア方式は図1に示すように，ストライプ状の左右の眼に対応する画像の前に配置したスリット状の遮光マスクを通して，この画像を分離して観察する方法である．この遮光マスクの位置，スリット幅，バリアのピッチはストライプ状の画像の幅によって変わる．現在では，視差画像の表示部として液晶パネルを用いるものが一般的となっており，水平画素ピッチを P_L ，観察者の眼間距離を E ，観察距離を Z_E とすると，パララックスバリアの幅 P_B と設置位置 Z_B は幾何学的に決定され，それぞれ $P_B = P_L E / (E + P_L)$ ， $Z_B = P_L Z_E / (E + P_L)$ と求められる．このようなパララックスバリア方式での多視点化は，多視点視差画像を1画素列ごとに交互に表示し，ピッチと開口部幅を変更したバリアを用いて行う．ただし，この場合には，多眼化に伴い水平画素方向の解像度が劣化する．このため，開口が縦ストライプではなく斜めになっているバリアを利用して，解像度劣化を軽減する方法なども提案されている．しかし，いずれの場合も多視点化に伴う観察視点位置の間隔は，等間隔であるのが一般的である．

そこで，画素分割を液晶パネルの奇数・偶数ラインに振り分けて，解像度劣化を防ぐとともに，奇数・偶数ラインごとに観察視点位置が異なるように，パララックスバリアの位置を左右にシフトさせ，観察視点位置の間隔を任意に設計することにした．図1において，奇数・偶数ラインでの視点位置のずれ ΔD を， $\Delta D = k P_L$ （ k は任意定数）として，水平画素幅の定数倍のずれを与えるように設計する．このとき，パララックスバリアのシフト幅 Δd は， $\Delta d = \Delta D \bmod P_B$

2004年3月18日受付，2004年5月27日再受付，2004年6月15日採録

[†] 島根大学 総合理工学部

〒690-8504 松江市西川津町 1060, TEL 0852-32-6100(代)

[†] Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University

(1060 Nishikawatsu-cho, Matsue-shi, Shimane 690-8504, Japan)

図4 パララックスバリアの観察位置条件
Visual condition of the parallax barrier.

図5 バックライトのレンズ光学系
Optical layout of the back-light.

しまう。そこで、図5のようなレンズ光学系を用いて、パララックスバリアの設計において、観察位置と設定した位置にのみ光が収束するような光源を、平面状拡散光バックライトの代わりに用いることにより、右眼で左眼映像、左眼で右眼映像が観察される逆視領域が存在せず、 ΔD の値に関わらず、クロストーク領域の生じない多眼立体ディスプレイを構築することができる。また本方式では、水平方向にのみ視差があり、垂直方向には視差が存在しないため、図5に示すレンズ光学系のレンズ部分にレンチキュラレンズスクリーンを追加配置することにより、垂直方向のみ拡散作用を持たせて、垂直方向の視域を広げることができる。

2.4 4眼立体映像表示

$E=105.6(\text{mm})$, $\Delta D=36.3(\text{mm})$ の不規則な観察位置となるように、 $\Delta d=1.1(\text{mm})$ として偏光パララックスバリアを設計し、表示実験を行った。視差混成画像の表示を行う画素の大きさ P_L を 3.3mm としたため、その映像の視差分離を行うためのバリアの開口幅 P_B は 3.2mm となっている。また、バリアの設置位置 Z_B を 10mm としたため、観察距離 Z_E は 330mm である。図6は、レンチキュラレンズスクリーンを使用しない図5のレンズ光学系を用いて、観察位置I～IVで観察される映像をカメラ撮影したものである。各観察位置が互いにクロストーク領域に入らないように、前節で述べたレンズ光学系を用いたバックライトを使用しているため、各観察位置において縦横1画素おきの画素のみ観察できるように適切に視差分離が行われており、四つの図形パターンを含んだ混成画像が分離され、各観察位置において一つの図形パターンのみが観察できている。

3. む す び

偏光パララックスバリアを用いた多視点立体ディスプレ

図6 各視点位置での観察画像
Observed images.

イの構築方法について述べた。視差混成画像の画素分割を液晶パネルの奇数・偶数ラインに振り分けることにより、多視点化に伴う解像度劣化を防ぐとともに、観察視点位置の間隔を任意に設計することが可能で、設計において観察位置と設定した位置にのみ光が収束するような光源をバックライトとして用いることにより、適切に視差分離が行われることを確認した。提案方式では観察視点位置の間隔を任意に設定可能であるため、これら観察位置を瞳孔径の範囲内に配置することにより、超多眼式の立体ディスプレイとして利用することも可能であると考えている。今後は提案ディスプレイのワークスペースシステムへの適用、映像スクリーンで提示された仮想空間内のオブジェクトの重畳表示や、連携操作の実現などについて検討を行う予定である。

【文 献】

- 1) 泉武博監修：“3次元映像の基礎”，オーム社（1995）
- 2) S. Fisher：“The AMES Virtual Environment Workstation (VIEW)”，SIGGRAPH '89, Course #29 Notes（1989）
- 3) 阪本邦夫，高木美和：“立体映像へのインタラクションのための3次元位置計測の一手法”，映像学誌，57，9，pp.1152 - 1154（2003）

阪本 邦夫 1994年、姫路工業大学工学部電子工学科卒業。1999年、大阪市立大学大学院工学研究科電気工学専攻後期博士課程修了。同年、秋田県立大学システム科学技術学部助手。2002年、島根大学総合理工学部助教。仮想環境システム、画像計測、画像処理、ネットワーク映像メディア、3次元画像表示の研究に従事。博士（工学）、正会員。

高木 美和 2003年、島根大学総合理工学部数理・情報システム学科卒業。現在、同大学院総合理工学研究科数理・情報システム学専攻博士前期課程において、映像メディアインタラクション、コンピュータネットワークに関する研究に従事。