

凸型放物面鏡を用いた広視域ホログラフィック 3D ディスプレイにおける再生可能像空間

Reconstructable Object Space of Wide Viewing-zone Holographic 3D Display with Convex Parabolic Mirror

○ 山東 悠介¹、茨田 大輔^{2,3}、谷田貝 豊彦² (1.(地独) 大阪技術研、2. 宇大 CORE、3. 宇大院工)

○ Yusuke Sando¹, Daisuke Barada^{2,3}, Toyohiko Yatagai²

(1.ORIST, 2.CORE, Utsunomiya Univ., 3.Grad. Sch. Eng., Utsunomiya Univ.)

E-mail: sando@tri-osaka.jp

ホログラフィック 3D ディスプレイでは、立体像を観測可能な視域と、再生可能な像サイズを共に拡大することが重要な課題である。一般的に 3D ディスプレイでは、表示デバイスのサイズが有限であるため、再生可能な像の大きさは視点によって変化する。特に平面型ディスプレイでは、正面以外から観測した場合、再生可能な像サイズは余弦的に減少する。この問題を解決するため、我々はホログラムによって再生された波面を凸型放物面鏡で反射させる手法を提案した [1]。凸型放物面鏡には、平面波を発散球面波に変換する幾何学的性質があり、波面を放射状に伝播させることができる。原理的には 360° の水平視域と 90° 以上の垂直視域を実現できる。しかし、再生可能な像サイズについては理論的に検討されておらず、ホログラムの設計は設計者の経験によるところが大きかった。

今回我々は、凸型放物面鏡を用いた広視域ホログラフィック 3D ディスプレイにおける再生可能な像空間の大きさを理論的に検討したので報告する。発散角の大きい凸型放物面鏡での反射では収差の影響が無視できず、理論的な議論が難しい。そこで、ホログラム面、および凸型放物面を微小区画に分割し、それぞれの中心を光軸とした局所的光学系を扱う [2]。このような微小領域に対しては近軸近似が成立するため、凸型放物面鏡を透過型凹レンズとして扱うことができる。従って、凹レンズによって結像され

るホログラムの虚像を解析すればよい。次に、Fig. 1 に示すように凹レンズによって結像された虚像から発せられる光線群を考える。 f_0 と θ は、それぞれ凹レンズの焦点距離と実際のホログラムで回折可能な最大回折角を表す。再生可能な像空間とは、視点に入射する光線群が形成する空間と解釈できるため、視点を頂点とした円錐空間となる。ただし、この円錐の形状は視点の光軸方向の位置によって変化するため、全ての視点から観測可能な空間を像空間と定義すると、区画分割されたサブホログラムから再生可能な像空間は、各円錐の積集合として与えられ、Fig. 1 に斜線で示す円柱と円錐を結合した形状となる。最後に、全てのサブホログラムからの再生可能な像空間の積集合をとることで、凸型放物面鏡を用いたホログラフィック 3D ディスプレイにおける再生可能像空間が得られる (Fig. 2)。なお、凹レンズの焦点距離 f_0 は、サブホログラム毎に異なるため、再生可能像空間は、球体ではなく、回転楕円体に近い形状になる。また、再生可能像空間の大きさ (長さ) は、凸型放物面鏡の焦点距離に単純に比例し、回折角 θ が大きい程、大きくなる。

本研究の一部は、科学研究費補助金 (JP18K18098) の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

[1] Y. Sando, *et al.*, Sci. Rep. **8**, 11333 (2018).

[2] 山東他, 応物秋季講演会 20p-431B-6(2018).

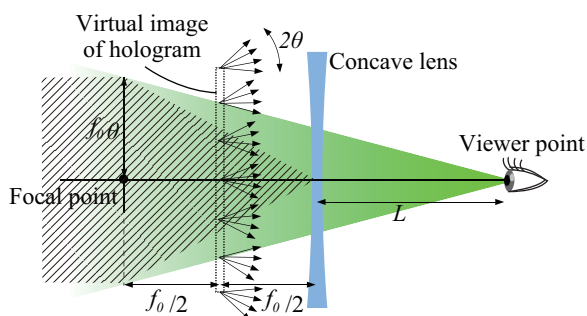


Fig. 1: Analysis of reconstructable object space based on the geometric optics.

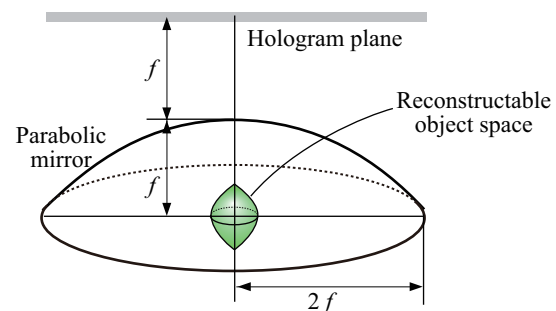


Fig. 2: Schematic of reconstructable object space.