

複数のディスプレイユニットを用いた Integral Photography 方式 三次元ディスプレイの視域拡大手法の研究

Expansion method of viewing area of Integral-Photography-based 3 dimensional display using multiple display units

○ 佐川達也（東電大） 桑名健太（東電大） 土肥健純（東電大）

Tatsuya SAGAWA, Tokyo Denki University, Kenta KUWANA, Tokyo Denki University
Takeyoshi DOHI, Tokyo Denki University

Abstract: This paper reports an expansion method of the viewing area of Integral-Photography(IP)-based 3 dimensional display using multiple display units. Although IP images are impressive for the observers, the viewing area is limited because the range of the ray irradiation direction of the display is narrow due to the angle of view of the lens array, which is a component of the IP-based display. Therefore, we proposed an expansion method of viewing area of IP-based display without changing the components. In this paper, the method was evaluated by analyzing the displayed IP images. The angle range that the IP images are correctly displayed was expanded by placing the display units with tilting angle to each other. This result shows that the viewing area of IP-based display can be expanded without changing the components.

Key Words: 3D display, Integral Photography, Viewing area expansion

1. 背景・目的

近年，医療の高度化に伴い専門化が進み，大規模病院に初診で訪れた高齢者が診療科の多さ等から迷いやすいという問題がある．そのため，院内を分かりやすく案内できるような情報提示システムが必要である．従来の院内案内システムとして，人の動きの多い場所にタッチパネルディスプレイを設置し，ピクトグラフの導入や情報のグループ化により提示内容をわかりやすく整理したタッチパネル案内システムや来院者にポータブルデバイスを身につけてもらい院内案内を行うシステムがある⁽¹⁾⁽²⁾．タッチパネル案内板では，青年者は興味を示したが，高齢者の反応がなかったことに加え，案内係を必要とするという結果であった．また，ポータブルデバイスで案内を行うシステムでは，ポータブルデバイスの使用法の説明が必要になり，人的コストが増大するという課題がある．我々は，院内案内システムに関する問題に対し，Integral Photography (IP)方式三次元ディスプレイの使用を提案する⁽³⁾．IP方式は，専用の画像にレンズアレイを重ねることで三次元画像の表示を行う．特徴として，裸眼観察可能，簡易な装置構造，ディスプレイ面から飛び出した位置に表示が可能であるため注目を集めやすいという特徴がある．そのため，IP方式ディスプレイにより案内表示を行うことで直感的に分かりやすい案内システムが実現可能と考える．一方で，IP方式ディスプレイはレンズアレイを構成する単一レンズの画角の制限により，表示画像の視域が限定される．レンズの画角を拡大することで視域の拡大は可能だが，IP方式特有のディスプレイ面から飛び出した表示が困難になることに加え，表示画像の解像度の低下を引き起こす．そこで本研究では，表示画像の飛び出し量および表示画像の解像度を維持したまま，設定視距離において水平方向の視域を拡大可能なIP方式ディスプレイの視域拡大手法の原理確認を行う．

2. IPディスプレイユニットによる視域拡大

Fig.1 に本研究における視域拡大手法の概念図を示す．本研究では，ディスプレイとレンズアレイ一組をディスプレイユニットと定義する．ディスプレイユニットを複数組使用するとともに各ユニットを観察者方向に傾けた配置とし，

観察者方向に表示画像を構成する光線を集めることで視域拡大を実現する．本手法では，設定視距離において従来の平面ディスプレイにおける水平方向の視域を拡大することが可能である．

3. ユニット型 IP ディスプレイによる視域拡大評価

原理確認として2組のディスプレイユニットを用い，ディスプレイユニット傾き角度によって視域が変化することを確認する．IP画像を視域外から観察した際に起こる現象として，表示画像の欠けと明るさの減少がある．そのため本研究では，ディスプレイユニットの傾け角度毎に表示画像中心を中心とした円弧状に撮影方向を変更しながら画像撮影を行い，撮影画像間の表示球の直径および表示画像の輝度値変化の比較を行った．ディスプレイユニット各々のユニット傾け角度を 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0°としたユニット型 IP ディスプレイに対し，φ100 mm の白い球をディスプレイ面に対し半分飛び出した状態で表示した画像を撮影することで評価を行った．実験系を Fig.2 に示す．ディスプレイユニットの構成要素として専用画像を印刷した紙（1200 dpi 相当）および 1×1 mm 角レンズアレイ（フレネルテクノロジー社）を使用した．ディスプレイユニットを自動回転ステージ上に固定し，回転させることでディスプレイユニットと一定距離を保った状態で画像撮影を行なっ

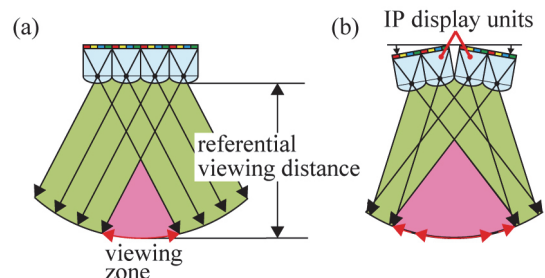


Fig.1 Expansion method of viewing area of IP-based 3 dimensional display using multiple display units. (a) Conventional IP-based display. (b) Proposed IP-based display.

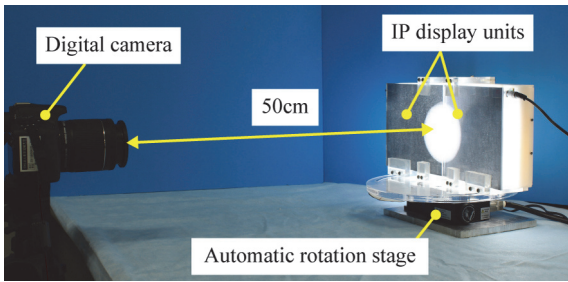


Fig.2 Experimental setup of the IP images evaluation including the IP-based display using multiple display units.

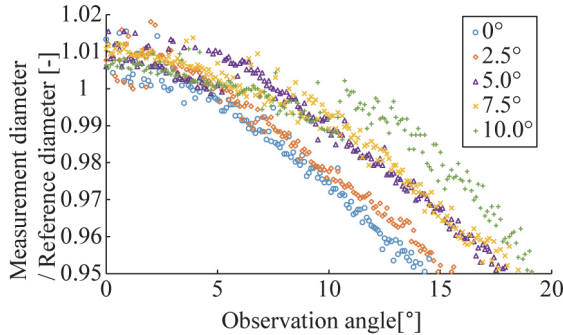


Fig.3 Diameter ratio of the captured image according to the observation angle.

た。撮影距離は 50 cm とし、ディスプレイユニット正面を観察方向 0°として 0～20°間で 0.1°毎画像撮影を行った。

3-1 ユニット型 IP ディスプレイの表示画像形状評価

ディスプレイユニットの傾け角度毎に観察方向 0～20°の撮影画像中の球の直径の評価を行った。方法として、撮影距離 50 cm における 100 mm の球のサイズを画素数に変換し、表示画像から球輪郭のサイズの計算を行い、実際のサイズ 100 mm との比を算出することで直径変化の評価を行った。実験結果を Fig.3 に示す。結果として、ディスプレイユニット傾け角度 0°における画像表示と比較し、全てのディスプレイユニット傾け角度で直径維持範囲が拡大されていることを確認した。また、表示画像直径比 0.99 を閾値と設定し、視域中の右側半分の領域を半視域として概算した。その結果、ユニット傾け角度 0°の時 6.4°、5.0°の時 9.5°、7.5°の時 9.6°となり、ディスプレイユニットを傾けた配置とすることで画像の欠けを低減可能な領域が拡大することを確認した。これは、ディスプレイユニットを傾けた配置とすることで傾けていない配置の際と比較し、画像隅の表示を担うレンズと観察者間に発生する角度が浅くなることで表示画像の欠けを低減できたと考えられる。

3-2 ユニット型 IP ディスプレイの表示画像輝度値評価

ディスプレイユニットの傾け角度毎の表示画像の平均輝度値の比較を行った。0°方向の撮影画像の球中心を基準に処理画像中の処理領域である ROI(Region of Interest)を設定し、ROI 中の画素の輝度から表示画像平均輝度値の算出を行った。実験結果を Fig.4 に示す。Fig.4 からディスプレイユニット傾け角度 0°と比較し、傾け角度 2.5°、5.0°、7.5°において観察方向 10°付近まで画像平均輝度値が上昇していることが確認できる。また、撮影画像の撮影方向 0°の撮影画像中の平均輝度値により正規化した平均輝度値を Fig.5 に示す。Fig.5 からディスプレイユニット傾け角度 10°において輝度値の維持範囲が拡大されていることが分かる。

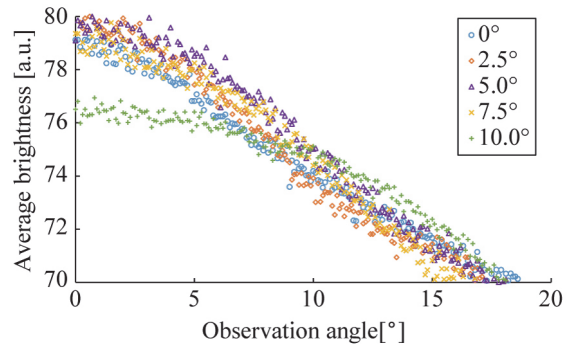


Fig.4 Average brightness of the captured image according to the observation angle.

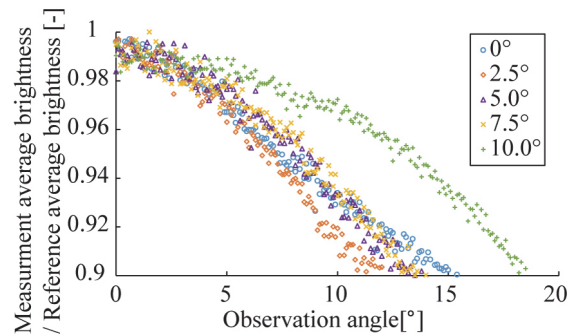


Fig.5 Average brightness ratio of the captured image according to the observation angle.

Fig.4 および Fig.5 の結果から、ディスプレイユニットを傾けることで光線照射方向が変更され、傾け角度に応じて正面方向の光線数と斜め方向の光線数の分布の調整が可能となることが確認された。設定視距離に応じてこの分布を調整することにより視域拡大が実現可能である。

4. 結言

本研究では、表示画像の飛び出し量や解像度を維持したまま IP 方式ディスプレイの視域を拡大するために、ディスプレイユニットを複数用いた視域拡大手法を提案し、その原理確認を行った。その結果、設定視距離 50 cm においてディスプレイユニット傾け角度 7.5°の時、半視域が 9.6°となり、傾け角度 0°の時の 6.4°に対して 50%視域が増加した。また、撮影画像中の平均輝度値についてもディスプレイユニットの傾け角度に応じて光線分布が変化することを確認した。これらの結果より、複数のディスプレイユニットをお互い傾けた配置とすることで設定視距離において表示画像中心から円弧状に広がる視域が拡大可能であることが示唆された。

参考文献

- (1) 赤沢宗徳，加藤彰一，病院内案内支援システムの開発に関する研究，日本建築学会東海支部研究報告集，Vol.38, pp.633-636, 2000
- (2) 青木僚児，山本寛，井口恵一，山崎克之，Andoroid と PHS を利用した病院内ガイダンスシステムの開発と評価，電子情報通信学会信学技報，pp.1-6, 2014
- (3) 中島勲，正宗賢，佐久間一郎，土肥健純，画像誘導手術のための 3次元ディスプレイシステムの開発，電子情報通信学会論文誌，Vol.J83-D-II, No.1, pp.387-395, 2000