

運動視差を再現した3次元画像表示における画像生成手法の検討*

6D-9

北原 格 佐藤 清秀 大田 友一†

筑波大学 電子・情報工学系‡

1 はじめに

近年、3次元シーンを高い臨場感で表現するための研究が活発に行われている。代表的な手法として、観察者に両眼視差を与える「両眼立体視」があるが、この手法では観察者（視点）が移動したときに得られるはずの見え方の変化（運動視差）が正しく再現されないため、不自然感が避けられない。一方、「ホログラム」は両眼・運動視差を再現する3次元画像表示手法であるが、電子媒体との親和性が悪く拡張性にも乏しい。

電子媒体との親和性が高く、かつ適切な運動視差を再現する手法として、視点追従型画像表示手法が提案されている [1][2]。本稿ではこの手法による表示システムを構成し、それを用いて見え方画像の生成法について評価・検討した結果を報告する。

2 3次元画像表示システム

本研究で開発した3次元画像表示システムの構成を図1に示す。

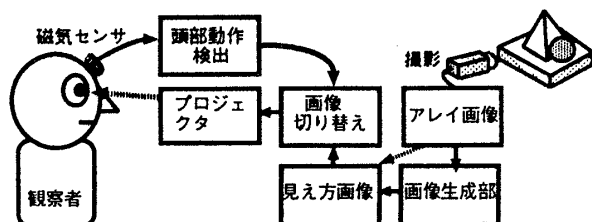


図1: 3次元画像表示システム

様々な視点から観察したときの画像を蓄積しておき、観察者の頭部に取り付けた磁気センサによって検出された頭部動作（視点移動）に応じて見え方画像を切り替える。

様々な視点から観察した画像を得るためには、多数のカメラを格子状に配置した入力デバイス（カメラアレイ）によってアレイ画像を撮影する。

実際に撮影したアレイ画像をそのまま見え方画像に用いる方法もあるが、滑らかな運動視差の変化を感じさせるようにカメラ間隔を十分小さくし、かつ十分広い範囲の見え方をカバーするように撮影することは現実的ではない。さらに、提示画像が上下左右方向の移動に対してのみ切り替わるだけでは、観察者の視点移動による3次元シーンの見え方の変化を再現しているとはいえない。

これらの問題を解決するために、我々は、間隔の大きな格子点上で撮影した少数枚のアレイ画像を用いて、間

隔の小さい多数枚のアレイ画像と等価な内挿画像を生成する手法を開発した。また、前後方向の視点移動に対応した画像の生成も行った。

3 画像生成手法

3.1 内挿画像生成

アレイ画像間のステレオマッチング [3] を行うことで特徴点のずれ（視差）情報を抽出し、この視差情報によってアレイ画像以外の視点から観察した画像を生成する。図2に示すようなアレイ画像が与えられたとき、視点 $V(m, n)$ から観察される画像中の点 $I(x, y)$ (その点に対応する視差 $D(x, y)$) と同じ特徴点は、視点 $V'(k, l)$ から観察される画像中では座標

$$x' = x - (k - m) \times D(x, y)$$

$$y' = y - (l - n) \times D(x, y)$$

の点 $I'(x', y')$ として観察されるはずである。この関係を、視点 $V'(k, l)$ から観察される画像中の全ての画素にあてはめることで、視点 $V'(k, l)$ から観察される画像を生成することができる。

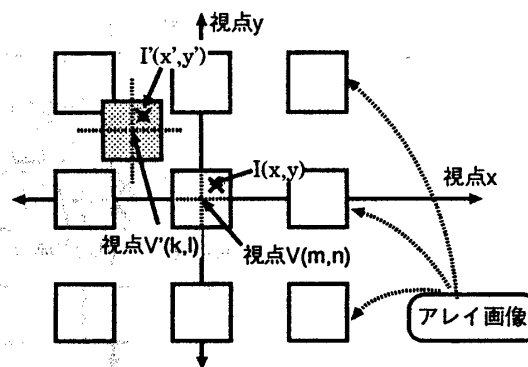


図2: 内挿画像生成原理

3.2 前後視点移動画像生成

前方に z 移動した視点 $V'(m, z)$ から観察される画像中の画素 P は、図3より、視点位置 $V(k, 0)$ の画素 P' と等しい。この関係より視点 $V'(m, z)$ から観察される画像中の画素値を全て求めることができる [2]。

* Assessment of synthetic images for 3D display with motion parallax

† Itaru KITAHARA, Kiyohide SATOH, Yuichi OHTA

‡ University of Tsukuba

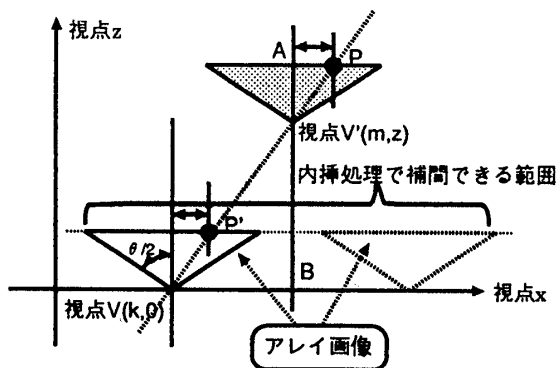


図3：前後視点移動画像生成原理

4 生成画像の評価実験

内挿・前後視点移動生成画像の実用性を評価するため、実際に撮影した画像（実写画像）の臨場感との比較評価を、マグニチュード推定法 [4] を用いた主観評価実験によって行った。このときの臨場感とは観察者が実際に3次元物体を観察している感覚とする。

生成画像の実用性を左右・上下・前後の各方向について個別に検討するために、実験1（左右方向）、実験2（上下方向）、実験3（前後方向）において各々方向のみの視点移動画像を用意した。評価実験の環境を表1に示す。

表1：評価実験の環境

被験者数	画像技術関係者 10 名
被験者の姿勢	椅子に座った状態
画像サイズ	縦 90cm × 横 120cm
平面/立体画像	平面画像
単眼視/両眼視	両眼視
提示時間	10 秒
見え方画像間隔	2mm/ 枚
提示画像	図4 参照
被験者への教示	無作為に視点を動かすこと

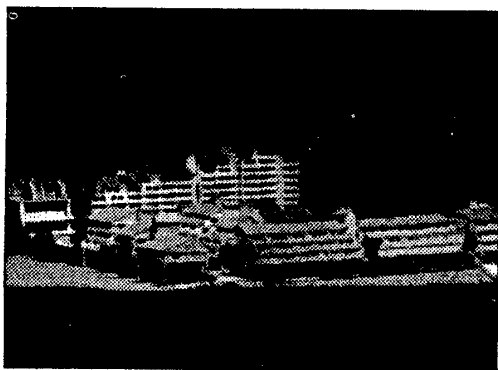


図4：使用した原画像

【実験方法】 観察者は、まず実写画像を標準画像（刺激）として与えられ、この画像の評価値を報告する。次に比較画像を与えられ、この画像の評価値を報告する。

得られた標準画像の評価値を 100 として比較画像の評価値を基準化し、それら値の幾何平均をとることで比較画像の評価値とする。なお、観察者はどちらが標準画像でどちらが比較画像かということは知らされていない。

【実験結果】 10 人の観察者が一回ずつ評価した値を尺度化したものを表2に示す。

表2：生成画像の臨場感の尺度：実写画像 = 100

	左右視点移動	上下視点移動	前後視点移動
評価値	103.3	85.9	52.2

実験から、左右方向視点移動に対しては、生成画像を提示しても実写画像と比べて臨場感の遜色がないことが確認された。上下方向視点移動に対して生成画像が観察者に与える臨場感は、実写画像に比べていくぶん低くなる。その原因として画像中のノイズが被験者により報告された。実験で使用した画像では上下方向に視差の不連続な点が多いため、視差推定に誤りが生じやすく、視差画像の誤差がノイズの原因となった。実用性の高い内挿画像の生成には正確な視差画像の生成が必要である。

一方、前後方向視点移動に対する生成画像の評価値は 52.2 と低い値に留まっている。臨場感を損なった原因としては、3次元情報復元時に生じるノイズ、提示画像の切り替わり時の物体移動の不連続性などが報告された。これらの問題を解決し、より高い臨場感を与える画像を生成することが、実用性を高めるためには必要である。

5 まとめ

運動視差を再現する3次元画像表示方式と、それを実現するシステムについて述べた。またそのシステムを利用して生成画像の実用性を評価実験により検討した。より高画質な見え方画像の生成、見え方画像間での物体移動の連続性を考慮した画像生成法の開発が今後の課題である。

参考文献

- [1] Sigmund Pastoor: Human factors of 3D displays in advanced image communications, Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH, vol.14, No.3, 1993.
- [2] 片山昭宏, 田中宏一良: 多視点画像データの補間処理による視点追従型立体画像表示, 3D Image Conference '94, pp.7-12, 1994.
- [3] K.Satoh, Y.Ohta: Passive Depth Acquisition for 3D Image Displays, IEICE Trans. INF. & SYST., vol.E77-D, No.9, 1994.
- [4] 大串健吾, 中山剛: 画質と音質の評価技術, テレビジョン学会編, pp.49., 1991.