

ドーム映像制作法のための空間知覚特性の検討

A Study on Characteristics of Space Perception for Dome Contents Creation

古山大輔¹⁾, 妹尾武治²⁾, 茅原拓朗³⁾, 立山義祐¹⁾, 小木哲朗¹⁾

Daisuke FURUYAMA, Takeharu SENOO, Takuro KAYAHARA, Yoshisuke TATEYAMA and Tetsuro OGI

1) 慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科

(〒223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1, j6304068@z8.keio.jp, tateyama@sdm.keio.ac.jp, ogi@sdm.keio.ac.jp)

2) 九州大学 芸術工学研究院

(〒815-8540 福岡市南区塩原 4-9-1, senoo@design.kyushu-u.ac.jp)

3) 宮城大学 事業構想学部

(〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1-1, kayahara@myu.ac.jp)

Abstract: In this study, the techniques for expressing the three-dimensional image in the dome display using the layered image are examined. In the dome environment, the user can experience the depth sensation without wearing the 3D glasses from the projected image by utilizing the motion parallax effectively. In this paper, the psychophysical experiment was conducted to investigate the optimal number of the layers to create the dome image contents. From the result, we understood that the depth sensation of the user was saturated when the number of layers was increased up to four.

Key Words: planetarium, dome image, layered image, magnitude estimation method

1. はじめに

近年、プラネタリウムのデジタル化により、星座だけでなく CG 映像を合わせたコンテンツが上映されるようになり、ドーム型ディスプレイ環境での空間映像の表現方法は重要な技術になってきた。ドーム型ディスプレイ環境では、利用者の視野全体がフレームレスな大画面映像によって覆われるため、立体視眼鏡を使用しなくても、奥行き感のある空間映像表現を行うことが可能である。しかし、全天周のドーム空間に対して全ての映像を 3 次元 CG でモデリングすることは、コンテンツ制作者の負担が大きく容易でないため、筆者等は 2 次元の実画像、ビデオ映像、CG 映像等を空間的に配置する事で、全天周の空間映像を制作するレイヤ分割法について研究を行ってきた[1]。この方法は、2 次元のレイヤに動きを加えることで、運動視差に基づいた奥行き感を提示することができるが、この際にどれだけレイヤを細かく構成する必要があるかという問題については十分な検討が必要である[2]。そこで、本研究では人間の空間知覚の観点から、心理物理実験を基にした最適なレイヤ構成について検討を行った。

2. ドーム環境下における立体感

裸眼の状態ではドーム映像を見る場合、両眼視差や輻輳による奥行き知覚は出来ないが、遠近法による幾何学情報や運動視差を効果的に利用することで奥行き感のある映像体験を行えることが知られている。例えば、ドーム環境で

動きのない静止画を見る場合は、ユーザはスクリーン形状を認識してしまい、映像はスクリーン上に張り付いて見えてしまうが、提示映像に動きが加えられると、ユーザはスクリーン形状を意識しなくなり、空間上に映像が浮き上がって知覚される事が、これまでの被験者実験から確認されている。特に映像が相互に移動する場合は、映像同士のオクルージョンの変化により奥行き知覚が効果的に働く。

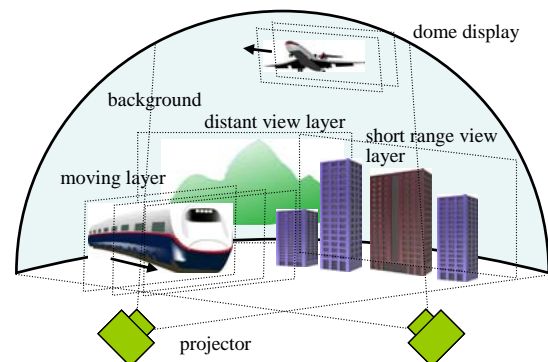


Fig.1 レイヤ分割法概念図

本研究では、このような知見をもとに実画像、ビデオ映像、CG 等の映像要素をレイヤ化して 3 次元空間に配置し、視点位置や各レイヤの位置に動きを加えることで運動視差の効果を利用し、奥行き感のある仮想空間を構築するレイヤ分割法の提案を行っている (Fig. 1)。この方法では、奥行き情報を持ったレイヤを幾層か用意し、全天周空間の

中に3次的にレイヤを配置する事で奥行き感の高い空間映像を構築する事が出来るが、レイヤを細かく増やしすぎるとは3次元モデリングを行うことと変わらなくなるため、レイヤ化のメリットが損なわれてしまう。そのため本報告では、奥行き情報を持ったレイヤを幾層か用意した際に感じる奥行き感や没入感を、心理物理実験によって定量化することで、最適なレイヤ数に関する評価を試みた。

3. 奥行き感の定量化実験

コンテンツを制作する上で、最適なレイヤ分割数の把握は、空間映像のデザインを行う上で重要である。そのため、本研究では以下の心理物理実験を行った。

3.1 実験方法

実験としては、ドーム環境下において提示映像に運動視差を与える事によって感じる奥行き感を定量化することを目的とした。実験では、仮想空間内に奥行きが等間隔の複数のレイヤを設定し、各レイヤ上を左から右へ横方向に移動する複数の四角形の映像を描画した。映像を横移動させる事により運動視差が与えられるため、被験者は奥行き感を感じることが出来るが、このときに被験者が感じるベクション（視覚誘導性自己運動感覚）をマグニチュード推定法によって数値化した。マグニチュード推定法では、レイヤ数2の時に感じる移動感覚を50の標準刺激とし、比較刺激としてレイヤ数を4, 8, 16, 32, 64と変化させて提示し、被験者が感じる移動感覚を数値で答えてもらった。この際、四角形の出現数は、各レイヤ上で一定としたため、レイヤ数が増えるに従って映像の密度は大きくなる。また被験者の回答としては、移動感覚を答えてもらったが、被験者がスクリーン面を意識せずに奥行きを伴った空間性を知覚することで、この移動感覚すなわち没入感覚は増加するものと考えられる。

提示映像としてはレイヤ数の異なる5種類の映像があり、それぞれ15秒間隔でランダムに切り替わるようにした。また比較刺激の提示の間は、白色のブランクの画面を表示した。各レイヤ数の映像提示は10回ずつとし、合計50回の試行を繰り返し行った。被験者数は8人である。Fig.2は、実験で用いた提示映像の例を示したものである。

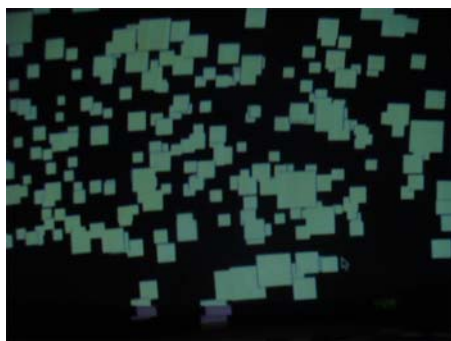


Fig.2 奥行き感の定量化実験の提示映像

3.2 実験結果

以上の実験結果について、平均値と標準偏差をFig.3に示す。この結果、レイヤ数16で移動感覚の平均値は最も

大きな値をとったが、分散分析の結果ではレイヤ数による有意な差は認められなかった。このことは、レイヤ数による若干の増加はあるものの、レイヤ4枚で移動感覚はほぼ飽和していると考えられ、あまり多くレイヤ数を増やしても効果は少ないということが分かった。個人ごとの傾向を見ると、レイヤ数32枚までは少しずつ上昇して飽和した被験者もいたが、レイヤ数4枚が最大でそこから移動感覚が順に減少していった被験者も認められた。今回の実験では、レイヤ数の増加によって映像の密度も増加してしまったため、このことがベクションの効果を減少させる働きを及ぼしたことも考えられる。実際、数人の被験者からは、レイヤ数の多い条件では奥行き感が弱くなったという感想が得られた。今後はレイヤ数の少ない4枚以下の部分について、どのようにベクションが飽和するか、追加実験を行ってみたい。

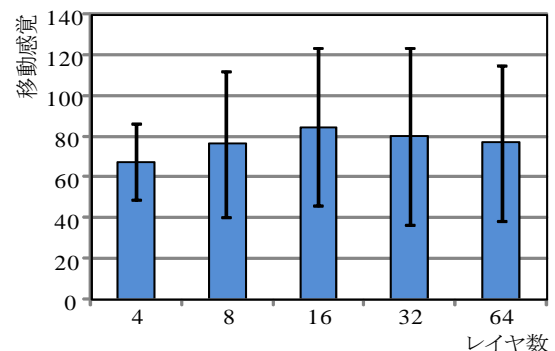


Fig.3 奥行き感の定量化実験の結果

4. 結論

本研究では、ドーム環境を効果的に使用した空間映像のコンテンツ制作方法として提案を行っているレイヤ分割法において、最適なレイヤ分割数についての知見を得るため、心理物理実験を行った。この結果、レイヤ数に応じたベクションについての有意な差は認められず、4~16枚程度のレイヤ数で飽和してしまうことが確認された。このことはコンテンツ制作の観点からは、近景、遠景、背景等の大まかなレイヤ分割でも十分に空間表現が行えることを示唆しており、効率的な空間映像の制作方法として利用可能であると考えられる。今後は、実験の精度を高めていくと共に、この結果を利用した実際のコンテンツ制作を行い、コンテンツ映像の上での評価を行っていく予定である。

謝辞

本研究は、慶應義塾大学 GCOE（環境共生・安全システムデザインの先端拠点）、総務省 SCOPE（0613034）の一部として行われた。

参考文献

- [1] 林正紘, 妹尾武治, 小木哲朗, 佐藤隆夫: 裸眼によるドーム映像生成のための奥行き知覚の検討, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.9, No.3, pp101-104, 2007.
- [2] Kayahara: Perceived number of depth layer defined by discrete motion parallax, Perception, 37(Suppl.), pp.142, 2008.