

レイヤ映像を用いたドーム環境における 3D 表現

Representation of 3D Virtual Space in the Display Environment Using Layered Image

古山大輔¹⁾, 林正紘²⁾, 小木哲朗³⁾

Daisuke FURUYAMA, Masahiro HAYASHI and Tetsuro OGI

1,3) 慶応義塾大学大学院 システムデザインマネジメント研究科
(〒223-8521 神奈川県横浜市港区日吉 4-1-1, j6304068@z8.keio.jp¹⁾, ogi@sdm.keio.ac.jp³⁾)

2) 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 (現. トヨタ自動車)

Abstract : In this study, the techniques for expressing the three-dimensional virtual space in the dome display using the layered image is examined. In the dome environment, the user can experience an immersive environment without wearing the 3-D glasses, because the user's view is covered with the frameless image. From the psychological experiment, it has been known that the user can perceive three-dimensional sensation from the layered image by using the effect of motion parallax. This paper reports the technique for expressing three-dimensional image by using the interpolation algorithm for the layered image.

Key Words: *Dome Display, Planetarium, Morphing*

1. はじめに

近年、プラネタリウムなどのドーム型ディスプレイ環境に、CG 映像で作られたコンテンツを提示する施設が増えてきている。このような広視野ディスプレイ環境では、利用者の視界全体がフレームレスな高精細映像によって覆われるため、立体視眼鏡のような特殊な装置を利用することなく高い没入感を感じることが可能である。また、裸眼の状態でも同時に多数のユーザが高臨場感映像を体験することが可能なことから、新しいメディア表現の環境として期待されている。

しかしながら、全天周のドーム空間に対して全ての映像を三次元 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、容易ではない。また、一般的な撮影装置は四角いフレーム内の映像撮影用に作られているため、全天周映像を直接撮影することは出来ずコンテンツ制作を難しくしている。

そこで本研究では、通常のカメラで撮影された実画像、実動画、あるいはレンダリングされた二次元の CG 映像等を空間的に組み合わせる事で、手軽に全天周ドーム映像を制作する方法について研究を行っている。その際、ドーム型ディスプレイという特殊な環境下で感じられる人間の立体感に関する知見を積極的に利用した、ドーム映像の生成手法を確立することを目指している。

2. ドーム環境における立体感

裸眼の状態でも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できないが、遠近法による幾何学情報や運動

視差を利用することで奥行き感のある映像を体験することが可能である。例えば、ドーム環境では静止画などの動きがない映像の場合は、ユーザはスクリーンを認識してしまい映像がスクリーンに張り付いて見えてしまうが、動きが伴った映像は、スクリーン形状を認識しなくなり、空間上にその物体が存在しているかのように知覚される事が、これまでの被験者実験の結果からも分かっている [1]。特に物体が相互に移動する場合は、物体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。

本研究では、このような知見をもとに実画像、実動画、CG 等の映像要素をレイヤ化して三次元空間に配置し、視点位置や各レイヤの位置に動きを加えることで、積極的に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を提案している。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、全天周空間の中に三次元的にレイヤを配置する事で没入感の高い空間映像を構築する事が出来る。

3. レイヤ分割法

レイヤ表現による映像生成の流れは以下ようになる。

- 1) 全天周の遠景画像を背景レイヤにマッピングし、底面に床面画像を配置する。
- 2) レイヤ化された近景を任意の奥行きに配置する
- 3) 空間中に視点を置き、映像効果 (陰、フォグ等) を加える。

本研究では映像の素材として、撮影環境、時間、解像度等が異なるものを同一の空間に配置して利用するため、画像の質

感の違いにより違和感が生じる恐れがある。そのため、カメラアングルを工夫したり、映像効果を加わえることで映像の質感を統一し、違和感を軽減することで、各レイヤが一体化した空間として感じやすくする必要がある。

4. モーフィングレイヤによる立体表現

4.1 視線方向によるモーフィング

ドーム環境では動きのある映像が効果的であるが、その動きを生成するためにはカメラワークの制御が重要である。特に視点位置の近くに存在する物体は、カメラワークにより見え方が大きく変化するため、視点位置によってはレイヤが板であることが容易に分かってしまう。そのため、カメラワークとして視点の移動範囲を制限するか、複数の視点に対応したレイヤ映像を用意しておく等の対応が必要がある。図1は人物像を、水平方向に45度間隔で撮影した8方向の映像を用意して、視点移動に応じて8枚の映像をモーフィングによって切り替えることで、多視点から見た立体的な映像生成を実現している。モーフィングレイヤによる立体表現の手順は以下の通りである。

- 1) 多方向から撮影した映像を用意する。
- 2) 映像に対して与えた制御点群に対して、ドロネー分割を行うことにより、重なりのない三角形のメッシュ構造を作成する。
- 3) 二つの映像の画素単位での対応関係を調べる。具体的には、メッシュ内の画素の相対位置を三角形の2辺を基底とする局所座標系を使って表現し、画素の対応関係を求める。
- 4) 求められた対応画素の画素値を使用して、モーフィングに合わせた中間映像の画素値を補間して求める。画素値はRGBの3成分で表されており、モーフィングの度合いを t (画像1が $t=0$, 右の画像2が $t=1$) とすると、中間映像の画素値は次のように表現される。

$$rgb(t) = (1 - t) \times rgb(0) + t \times rgb(1)$$

これを全ての画素について行うことにより中間映像を生成する。

- 5) 生成された中間映像を2枚の中間方向を向いたレイヤにテクスチャマッピングを行う。



図1: 人物像のモーフィング表現

4.2 固定物体におけるモーフィング

人物等の表現に対しては上述の手法でも違和感の少ない中間映像を作ることができるが、建造物等に対しては、視点の移動によって不自然な歪みが生じてしまう場合がある。その理由としては、モーフィングの処理が基本的に2次元映像の変換であるため、3次元位置としてどこに見えるかが厳密に考慮されていない点が挙げられる。特に、用意するテクスチャの中心座標や、カメラ視点から中心座標までの距離を厳密に決めていない点も違和感の原因として考えられる。そのため本研究では、建造物等の表現に利用する中間映像の生成に対して、歪みの補正機能を追加したモーフィングを実装した。

手順としては、建物の輪郭等を示す制御点の空間位置を定めた簡易モデルを用意する。モーフィングの元画像としては、用意された多視点画像をそのまま使用せず、指定されたカメラ視点から対象物を見たときに簡易形状モデル上の制御点がどこに見えるかを計算し、元画像の変形を行う。この制御点を中間映像の制御点位置として使用し、画素値に関しては通常の補間処理によって計算する。図2は、以上の手順で生成された建物のモーフィング画像を示したものである。カメラワークにしたがって上記の処理を行いながらレイヤ映像を生成することで、より違和感の少ない空間映像を生成することができた。



図2: 建造物に対するモーフィング表現

5. まとめ

本研究では、レイヤ分割法による空間映像の生成方法について提案を行った。特に、建造物等の空間に固定された物体に対して歪みのないモーフィング画像を生成する手法について検討を行った。今後は、建物等に対する制御点の対応関係を自動的に抽出し歪みのない画像作成する手法について検討する予定である。

謝辞

本研究は総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE 0613034)、および慶應義塾大学 G-COE「環境共生・安全システムデザイン」の先導拠点の一部として行われた。

参考文献

- [1] Takeharu Seno, Masahiro Hayashi, Tetsuro Ogi, Takao Sato: Virtual Depth Effects for Non-Stereoscopic Dome image-the Estimation of the Depth Effects of the Dome Image by Psychophysics, 2008 ASIAGRAPH Proceedings, vol.2 No.1, pp.121-126, 2008.